

Resolución de Presidencia

N° 132 -2018-INGEMMET/PE

Lima, 06 NOV. 2018

VISTOS: El Informe N° 457-2018-INGEMMET/GG-OPP de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto, y el informe N° 299-2018-INGEMMET/GG-OAJ de la Oficina de Asesoría Jurídica, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET es un Organismo Público Técnico Especializado del Sector Energía y Minas, con personería jurídica de derecho público, en el ejercicio de sus funciones goza de autonomía técnica, económica y administrativa, constituyendo un Pliego Presupuestal, conforme lo dispone el Reglamento de Organización y Funciones del INGEMMET, aprobado por el Decreto Supremo N° 035-2007-EM;

Que, mediante Resolución Jefatural N° 059-77-INAP/DNR del 12 de mayo de 1977, el Instituto Nacional de Administración Pública – INAP aprobó la Directiva N° 002-77-INAP/DNR “Normas para la Formulación de Manuales de Procedimientos”, con el objeto de normar el contenido y el proceso de formulación de los Manuales de Procedimientos en la Administración Pública;

Que, el numeral 7.3 de la mencionada Directiva establece que la elaboración de los Manuales de Procedimientos corresponde a las oficinas responsables de la ejecución del proceso al cual se refiere el procedimiento;

Que, la Ley N° 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado, declara al Estado peruano en proceso de modernización en sus diferentes instancias, dependencias, entidades, organizaciones y procedimientos, con la finalidad de mejorar la gestión pública y construir un Estado democrático, descentralizado y al servicio del ciudadano;

Que, dicha Ley tiene como finalidad fundamental la obtención de mayores niveles de eficiencia del aparato estatal, de manera que se logre una mejor atención a la ciudadanía, priorizando y optimizando el uso de los recursos públicos, lo que conlleva a dar mayor eficiencia en la utilización de recursos del Estado, eliminando la duplicidad o superposición de competencias, funciones y atribuciones entre sectores y entidades o entre funcionarios y servidores;

Que, mediante Resolución de Presidencia N° 087-2016-INGEMMET/PCD de fecha 21 de julio de 2016, se aprobó el Manual de Procedimientos – MAPRO de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET; asimismo, dispone que la Dirección de Laboratorios revise y actualice permanentemente el Manual de Procedimientos aprobado con la indicada Resolución, en coordinación con la Oficina de Planeamiento y Presupuesto;

Que, en el marco de las mencionadas normas y de sus funciones la Dirección de Laboratorios, a través del Informe N° 031-2018-INGEMMET/DL de fecha 1 de octubre de 2018, remite el proyecto del Manual de Procedimientos actualizado de dicha Dirección, al Coordinador de Geología y Laboratorio de la Presidencia Ejecutiva del INGEMMET, quien a su



vez con el proveído de fecha 2 de octubre de 2018 lo deriva a la Oficina de Planeamiento y Presupuesto;

Que, la Oficina de Planeamiento y Presupuesto emite el Informe N° 457-2018-INGEMMET/GG-OPP de fecha 10 de octubre de 2018, señalando que el proyecto de actualización del Manual de Procedimientos de la Dirección de Laboratorios ha sido elaborado teniendo en cuenta la Directiva N° 002-77-INAP/DNR "Normas para la Formulación de Manuales de Procedimientos", aprobada por Resolución Jefatural N° 059-77-INAP/DNR del 12 de mayo de 1977, y recomienda que este documento de gestión se eleve al Presidente Ejecutivo del INGEMMET para su aprobación;

Que, mediante el Informe N° 299-2018-INGEMMET/GG-OAJ de fecha 30 de octubre de 2018, la Oficina de Asesoría Jurídica opina que resulta legalmente viable la aprobación del Manual de Procedimientos – MAPRO de la Dirección de Laboratorios, mediante el acto resolutivo de Presidencia Ejecutiva del INGEMMET;

Que, en mérito del informe técnico de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto e informe legal de la Oficina de Asesoría Jurídica, resulta necesario emitir el acto resolutivo que apruebe el Manual de Procedimientos – MAPRO de la Dirección de Laboratorios;

Con el visto bueno de la Gerencia General, de las Oficinas de Planeamiento y Presupuesto, de Asesoría Jurídica, y de la Dirección de Laboratorios, y;

De conformidad con lo establecido en la Resolución Jefatural N° 059-77-INAP/DNR que aprueba la Directiva N° 002-77-INAP/DNR "Normas para la Formulación de Manuales de Procedimientos", la Ley N° 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado; y en uso de las atribuciones conferidas en el Reglamento de Organización y Funciones del INGEMMET, aprobado por Decreto Supremo N° 035-2007-EM;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- DEJAR SIN EFECTO la Resolución de Presidencia N° 087-2016-INGEMMET/PCD de fecha 21 de julio de 2016 que aprobó el Manual de Procedimientos de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET.

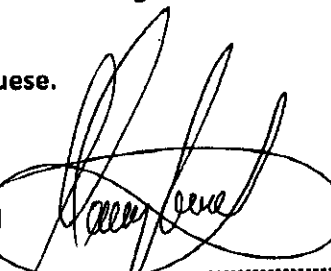
Artículo 2.- APROBAR el Manual de Procedimientos de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, de acuerdo a los términos del Anexo adjunto que forma parte integrante de la presente Resolución.

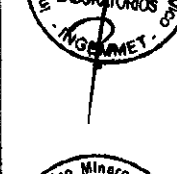
Artículo 3.- DISPONER que la Dirección de Laboratorios revise y actualice permanentemente el Manual de Procedimientos aprobado con la presente Resolución, en coordinación con la Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

Artículo 4.- DISPONER la publicación de la presente resolución en el Portal Institucional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET (www.ingemmet.gob.pe).

Regístrese y comuníquese.


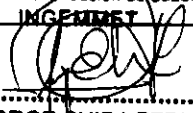
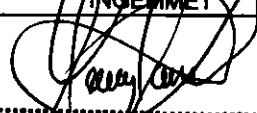



Ing. Henry Luna Córdova
Presidente Ejecutivo (e)
INGEMMET





MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIOS

	RESPONSABLE	FIRMA DEL RESPONSABLE
ELABORADO POR:	DIRECCIÓN DE LABORATORIOS	 Ing. LUIS ENRIQUE VARGAS RODRÍGUEZ Director (e) de la Dirección de Laboratorios INGEMMET
REVISADO POR:	COORDINADOR DE GEOLOGÍA Y LABORATORIO	 Ing. JORGE CHIRA FERNÁNDEZ Coordinador de Geología y Laboratorio Presidencia Ejecutiva INGEMMET
APROBADO POR:	PRESIDENCIA EJECUTIVA	 Ing. Henry Luna Córdova Presidente Ejecutivo (e) INGEMMET

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. GENERALIDADES	4
2.1. OBJETIVO	4
2.2. ALCANCE	4
2.3. APROBACIÓN Y ACTUALIZACIÓN	4
2.4. INVENTARIO DE DOCUMENTOS	4



1. INTRODUCCIÓN

El presente Manual de Procedimientos de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET, es un documento descriptivo y de sistematización normativa, teniendo también un carácter instructivo e informativo. Contiene en forma detallada las principales acciones que se siguen en la ejecución de los procesos generados para el cumplimiento de las funciones bajo su competencia guardando coherencia con los respectivos dispositivos legales y/o administrativos que regulan el funcionamiento de la Institución.

El presente Manual ha sido elaborado teniendo en cuenta la Directiva N° 002-77-INAP/DNR "Normas para la formulación de los Manuales de Procedimientos, aprobada mediante Resolución Jefatural N° 059-77-INAP/DNR.

Los documentos que conforman el presente Manual son: Procedimientos, Instructivos, Manuales, Métodos de Ensayo, Planes de Calidad, Flujogramas y Formatos, los cuales han sido elaborados, revisados y aprobados en base a los lineamientos establecidos en los procedimientos SGC-P-001 Estructura de Documentos del Sistema de Gestión de Calidad del INGEMMET y SGC-P-002 Control de la Documentación del Sistema de Gestión de Calidad los cuáles son aprobados por la Dirección de Laboratorios a través del software empleado como herramienta que permite gestionar el control de documentos del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la Institución.



2. GENERALIDADES

2.1. OBJETIVO

El presente Manual tiene como objetivo establecer, describir y orientar los procedimientos que se deben seguir para el desarrollo de los procesos a cargo de la Dirección de Laboratorios.

2.2. ALCANCE

El presente Manual tiene como ámbito de aplicación a la Dirección de Laboratorios.

2.3. APROBACIÓN Y ACTUALIZACIÓN

El presente Manual de Procedimientos es aprobado mediante Resolución de Presidencia Ejecutiva, el mismo que deberá ser revisado y/o actualizado anualmente por la Dirección de Laboratorios siguiendo los lineamientos establecidos por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.

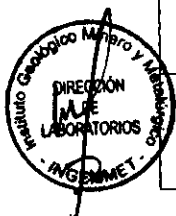
2.4. INVENTARIO DE DOCUMENTOS

En el siguiente cuadro se muestra la relación de documentos que conforman el presente Manual de Procedimientos, como son: Procedimientos, Instructivos, Manuales, Métodos de Ensayo, Flujograma de Proceso y Formatos:

CÓDIGO	NOMBRE	VERSIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
DL-P-002	CONTROL DE LAS INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES	02	05/05/2016
DL-P-004	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	01	05/05/2016
DL-P-006	ANÁLISIS POR FUSIÓN DE METABORATO DE LITIO EN MUESTRAS DE MINERALES	01	05/05/2016
DL-P-007	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	01	05/05/2016
DL-P-008	ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL	01	05/05/2016
DL-P-009	INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PERSONAL	01	05/05/2016
DL-P-010	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	03	30/10/2017
DL-P-011	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	00	30/10/2017
DL-P-041	ANÁLISIS DE LABORATORIOS	07	07/09/2018
DL-I-001	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	04	15/12/2016
DL-I-002	PREPARACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS PARA ESTUDIOS PETROGRÁFICOS, MINERAGRÁFICOS E INCLUSIONES FLUIDAS	05	12/05/2016
DL-I-003	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	05	12/05/2016
DL-I-005	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IÓNICO-DIONEX 2000	02	09/05/2016



CÓDIGO	NOMBRE	VERSIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
DL-I-006	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	04	05/12/2016
DL-I-007	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	03	11/10/2017
DL-I-008	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-6000	02	10/05/2016
DL-I-009	ESTUDIOS MINERAGRAFICOS	06	10/05/2016
DL-I-010	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS	07	21/12/2016
DL-I-012	ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS	05	12/05/2016
DL-I-013	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	08	06/07/2018
DL-I-014	DETERMINACIÓN MINERALÓGICA DE ROCAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	05	07/12/2017
DL-I-015	HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO	01	12/05/2016
DL-I-016	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS	03	11/05/2016
DL-I-017	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS METAMÓRFICAS	03	13/05/2016
DL-I-018	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANCHA DE CALENTAMIENTO THERMOLYNE	02	11/05/2016
DL-I-019	ESTUDIO PETROMINERAGRÁFICO	03	11/05/2016
DL-I-020	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS-PETROMINERAGRÁFICOS DE BRECHAS	03	13/05/2016
DL-I-021	ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO	02	13/05/2016
DL-I-022	ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES	03	17/05/2016
DL-I-023	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	02	16/05/2016
DL-I-024	FUNCIONAMIENTO Y USO DE MUFLA ELECTRICA THERMOSCIENTIFIC-F6000	02	16/05/2016
DL-I-025	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANCHA DE CALENTAMIENTO THERMOLYNE CON BLOQUE DE METAL	02	16/05/2016
DL-I-026	FLUORESCENCIA DE MINERALES	02	16/05/2016
DL-I-028	FOTOMICROGRAFÍA	03	16/05/2016
DL-I-029	MEDICIÓN DE LA RADIOACTIVIDAD	02	16/05/2016
DL-I-030	TINCIÓN DE MINERALES	03	16/05/2016
DL-I-031	IMPRESIÓN DE IMÁGENES SATELITALES Y/O PRODUCTOS DERIVADOS	03	30/10/2017
DL-I-032	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe ³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH ⁻) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+	02	16/05/2016



CÓDIGO	NOMBRE	VERSIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
DL-I-033	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR ALTERACIONES HIDROTERMALES (ARGÍLICA-FÍLICA-PRÓPILÍTICA) Y ÓXIDOS (Fe ³⁺) UTILIZANDO IMÁGENES ASTER	02	16/05/2016
DL-I-034	CLASIFICACIÓN DE MINERALES UTILIZANDO IMÁGENES ASTER	02	16/05/2016
DL-I-035	PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ASTER	02	16/05/2016
DL-I-036	PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES LANDSAT TM Y ETM+	02	16/05/2016
DL-I-037	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	01	16/05/2016
DL-I-038	RECEPCIÓN Y CONTROL DE GASES INDUSTRIALES	02	15/12/2016
DL-I-039	OPERATIVIDAD DEL GENERADOR DE HIDRUROS- VAPOR FRÍO DE FLUJO CONTÍNUO	01	16/05/2016
DL-I-040	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE MASAS CON PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO NEXION 300D	02	10/11/2016
DL-I-041	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE FUSIÓN ELÉCTRICA	01	16/05/2016
DL-I-042	OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DESIONIZADOR DE AGUA POTABLE MODELO ED4-380	01	16/05/2016
DL-I-043	CONCENTRACIÓN DE MINERALES MEDIANTE SEPARADOR MAGNÉTICO	03	07/12/2017
DL-I-044	VERIFICACIÓN DE BALANZAS ANALÍTICAS	01	16/05/2016
DL-I-046	OPERATIVIDAD DE REFRIGERADORA INDUSTRIAL	01	16/05/2016
DL-I-047	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	00	05/12/2016
DL-I-048	USO DE ESPECTROMETRO FT-IR 102	00	05/12/2016
DL-I-049	COMPOSICIONES RGB E ÍNDICES	01	30/10/2017
DL-I-050	MODELAMIENTO TOPOGRÁFICO	00	05/12/2016
DL-I-051	OPERACIÓN DEL SEPARADOR MAGNÉTICO FRANTZ	00	30/10/2017
DL-I-052	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000	00	30/10/2017
DL-I-053	GENERACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN DIGITAL CON IMÁGENES ESTÉREO	00	30/10/2017
DL-I-054	MEDIDAS DE FIRMAS ESPECTRALES CON FIELDSPEC-4 HI-RES	00	07/11/2017
DL-I-056	OPERATIVIDAD DEL HORNO DE FUNDICIÓN Y COPELACIÓN PARA LOS ENSAYOS AL FUEGO	00	23/05/2018
DL-I-057	NEUTRALIZACIÓN DE ENVASES CON RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS	00	25/05/2018
DL-I-059	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X	00	30/04/2018
DL-I-060	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE PRENSA HIDRÁULICA	00	30/04/2018



CÓDIGO	NOMBRE	VERSION	FECHA DE APROBACIÓN
DL-I-061	CONDICIONES DE OPERACIÓN DE ENCENDIDO DEL MEB	00	23/05/2018
DL-M-007	MANUAL DE USO DE PLOTTER HP DESIGNJET 4000PS	00	30/01/2013
DL-M-008	MANUAL DE USO DE ESPECTORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	00	30/01/2013
DL-ME-001	ANÁLISIS DE Fe (II) POR VOLUMETRÍA	01	30/03/2015
DL-ME-002	DETERMINACIÓN DE LOI POR TERMOGRAVIMETRÍA	02	26/05/2016
DL-ME-003	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORES EN MUESTRAS DE ROCAS POR ICP-OES	03	04/07/2018
DL-ME-004	ANÁLISIS DE POLIMETÁLICOS POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-CON DIGESTIÓN MULTIÁCIDA	02	04/07/2018
DL-ME-007	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	02	30/10/2017
DL-ME-008	MÉTODO DE FELDESPATOS	00	07/04/2014
DL-ME-009	ANÁLISIS DE ANIONES EN AGUAS POR CROMATOGRFÍA IONICA	00	28/01/2015
DL-ME-010	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-ARRASTRE DE VAPOR FRÍO EN MUESTRAS SÓLIDAS Y AGUAS	02	30/10/2017
DL-ME-011	DETERMINACIÓN DE METALES TRAZA DISUELTOS EN MUESTRAS DE AGUA POR LA TÉCNICA DE ICP-MS	02	09/11/2016
DL-ME-013	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA ATÓMICA EN MUESTRAS DE AGUAS	00	30/10/2017
DL-ME-014	ANÁLISIS DE METALES EN MUESTRAS DE AGUA POR ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ÓPTICA ICP-OES	01	12/09/2016
DL-ME-015	DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL EN MUESTRAS DE AGUA	00	22/10/2015
DL-ME-016	ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO DETERMINADAS POR ICP-MS	00	08/06/2016
DL-ME-017	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO, DETERMINADAS POR ICP - OES	01	06/07/2018
DL-FP-001	PROCESO DE PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	04	16/12/2016
DL-FP-002	PROCESO DE LA DETERMINACIÓN MINERALÓGICA DE ROCAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	04	13/12/2016
DL-FP-003	PROCESO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA ESTUDIOS MICROSCOPICOS	04	16/12/2016
DL-FP-004	PROCESO DE ESTUDIOS PETROMINERALÓGICOS	04	20/09/2016
DL-FP-005	LABORATORIO DE TELEDETECCIÓN	05	30/09/2016
DL-FP-006	PROCESO DE ESTUDIOS REALIZADOS POR LOS LABORATORIOS DE INGEMMET	03	16/12/2016



CÓDIGO	NOMBRE	VERSIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
DL-FP-007	ANÁLISIS GEOQUÍMICO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA	00	12/03/2013
DL-FP-008	ANÁLISIS DE AGUAS DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA	00	11/10/2017
DL-F-003	ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS	01	08/09/2015
DL-F-004	ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE	00	30/04/2014
DL-F-005	INFORME DE ENSAYO-FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO ICP-MS	02	28/06/2018
DL-F-006	IMPLEMENTACIÓN O VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE ENSAYOS	01	26/09/2017
DL-F-007	ESTUDIO PETROMINERAGRÁFICO	01	08/09/2015
DL-F-008	ESTUDIO PETROGRÁFICO-PETROMINERAGRÁFICO DE BRECHAS	01	08/09/2015
DL-F-009	ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO	01	01/12/2016
DL-F-010	ANÁLISIS DE ESPECTROS DE MINERALES	01	08/09/2015
DL-F-011	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	01	01/12/2016
DL-F-012	FLUORESCENCIA DE MINERALES	01	01/12/2016
DL-F-013	FOTOMICROGRAFÍAS	01	08/09/2015
DL-F-014	MEDICIÓN DE LA RADIOACTIVIDAD	01	01/12/2016
DL-F-015	FELDESPATOS POR MINERALES	01	08/09/2015
DL-F-016	REGISTRO DE ENTRENAMIENTO	01	20/08/2015
DL-F-017	VERIFICACIÓN DE BALANZAS	02	14/09/2016
DL-F-018	CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS	00	26/05/2014
DL-F-020	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	00	19/01/2015
DL-F-022	AUTORIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE MÉTODOS DE ENSAYO	00	28/01/2015
DL-F-023	FORMATO DE MANTENIMIENTO Y VERIFICACIÓN DEL ICP-MS	00	29/01/2015
DL-F-028	DETERMINACIÓN DE AZUFRE POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN MUESTRAS DE YESO	00	24/04/2015
DL-F-029	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN MINERALÓGICA	01	01/12/2016
DL-F-030	CONTROL DEL LAVADO DE MATERIAL DEL LABORATORIO	00	12/06/2015
DL-F-032	CONTROL DE SOLICITUDES - LABORATORIO DE PETROMINERALOGÍA	03	24/08/2018
DL-F-033	SECADO DE MUESTRAS - LPM	00	20/08/2015
DL-F-034	REPORTE DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE MINERALES POR SEPARACIÓN MAGNÉTICA	01	11/10/2017



CÓDIGO	NOMBRE	VERSIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
DL-F-036	CONTROL DE SOLICITUDES- LABORATORIO DE RAYOS X	01	24/08/2018
DL-F-038	PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	00	21/10/2015
DL-F-039	CRONOGRAMA DE VERIFICACIÓN DE HOJAS DE CÁLCULO	00	21/10/2015
DL-F-040	VERIFICACIÓN DE HOJAS DE CÁLCULO	00	16/10/2015
DL-F-041	INSTRUCCIÓN DE ANÁLISIS	01	19/09/2016
DL-F-042	EVALUACIÓN COMPETENCIA TÉCNICA DEL PERSONAL	00	16/10/2015
DL-F-043	EVALUACIÓN EFICACIA DE CAPACITACIÓN	00	21/10/2015
DL-F-045	DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL EN MUESTRAS DE AGUA	00	16/10/2015
DL-F-046	CONTROL DIARIO DE TEMPERATURA DE REFRIGERADORA INDUSTRIAL	00	16/10/2015
DL-F-047	FICHA DE PROCESAMIENTO	02	13/03/2018
DL-F-048	ASIGNACIÓN DE TRABAJO	02	09/02/2018
DL-F-049	ENTREGA DE SECCIONES E INFORME TÉCNICO DIGITAL	00	21/10/2015
DL-F-050	DISPOSICIÓN FINAL DE MUESTRAS	00	21/10/2015
DL-F-052	INDUCCIÓN AL PERSONAL DE LABORATORIOS	00	27/10/2015
DL-F-053	REGISTRO DE CALIBRACIÓN DE PH Y CONDUCTIVIDAD EN MUESTRAS DE AGUAS	01	25/05/2018
DL-F-054	VERIFICACIÓN DE PH Y CONDUCTIVIDAD	01	25/05/2018
DL-F-055	MEDICIÓN DE PH Y CONDUCTIVIDAD	00	23/05/2016
DL-F-056	ENTREGA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS INSTRUMENTAL	00	12/09/2016
DL-F-059	ESTUDIO POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)	00	15/02/2017
DL-F-060	CONTROL DE SOLICITUDES- ÁREA DE PETROTOMÍA	01	14/08/2018
DL-F-061	INFORME DE ENSAYO AGUAS DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL	01	21/05/2018
DL-F-062	INFORME DE ENSAYO COMPLEMENTARIO	01	21/05/2018
DL-F-063	FICHA DE PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SECCIONES	00	20/07/2017
DL-F-064	CONTROL DE SOLICITUDES APM	01	24/08/2018
DL-F-065	REPORTE DE RESULTADO DE PREPARACIÓN MECÁNICA	00	20/07/2017
DL-F-066	FICHA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE ENSAYOS QUÍMICOS	00	26/09/2017
DL-F-067	FICHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	00	27/09/2017




CÓDIGO	NOMBRE	VERSIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
DL-F-068	PROGRAMACIÓN INTERNA DE ATENCIÓN A SOLICITUDES	01	22/01/2018
DL-F-069	INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	00	20/04/2018
DL-F-070	ESTADÍSTICA DE INDICADOR DE CALIDAD	00	08/02/2018
DL-F-071	PRÉSTAMO DE EQUIPOS	00	09/02/2018
DL-F-072	ASIGNACIÓN DE TRABAJO – ÁREA DE PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	00	09/02/2018
DL-F-073	ASIGNACIÓN DE TRABAJO – ÁREA DE PETROTOMÍA	00	09/02/2018
DL-F-074	REGISTRO DE NEUTRALIZACIÓN DE ENVASES CON RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS	00	13/03/2018
DL-F-075	INFORME DE ENSAYO- ANÁLISIS DE HIERRO EN AGUAS	00	23/05/2018
DL-F-076	INFORME DE ENSAYO-AGUAS DETERMINACIÓN DE ACIDEZ	00	23/05/2018
DL-F-077	CONTROL INTERNO DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DETERMINACIÓN DE ORO POR ENSAYOS AL FUEGO	00	28/05/2018
DL-F-079	VERIFICACIÓN DIARIA DE CONDICIONES DEL MEB	00	21/05/2018
DL-F-080	ESTUDIO DE POROSIDAD	00	16/07/2018
DL-F-081	INFORME TÉCNICO	00	14/08/2018
DL-F-105	CONTROL DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	00	23/10/2008
DL-F-146	INFORME MENSUAL	00	12/01/2010
DL-F-157	ESTUDIO MINERAGRÁFICO	03	08/09/2015
DL-F-160	SOLICITUD DE ESTUDIOS PETROMINERALÓGICOS	05	16/01/2018
DL-F-161	SOLICITUD DE ANÁLISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	05	16/01/2018
DL-F-164	REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS MINERALÓGICOS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	03	11/10/2017
DL-F-165	SOLICITUD DE INFORMACIÓN SATELITAL	02	16/01/2018
DL-F-200	CONTROL Y SEGUIMIENTO DE PROCESOS DEL LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA	02	24/05/2016
DL-F-202	INFORME DE ENSAYO - SEDIMENTOS - DIG.AGUA REGIA	01	09/11/2016
DL-F-203	INFORME DE ENSAYO - ANALISIS DE ORO	03	23/05/2018
DL-F-204	INFORME DE ENSAYOS - POLIMETALICOS	02	28/06/2018
DL-F-206	ALINEACIÓN DE ANTORCHA - ICP-OES	01	23/05/2016
DL-F-207	CONTROL DIARIO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES	01	30/04/2014



CÓDIGO	NOMBRE	VERSIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
DL-F-208	CONTROL INTERNO DE ANALISIS DE MUESTRAS DETERMINACIÓN DE ORO FIRE ASSAY	00	20/09/2012
DL-F-210	CONTROL INTERNO DE CONDUCTIVIDAD DEL SISTEMA DESMINERALIZADOR DE AGUA POTABLE	00	20/09/2012
DL-F-211	DETERMINACIÓN DE LOI POR TERMOGRAVIMETRÍA	02	24/05/2016
DL-F-212	SOLICITUD PARA ANÁLISIS GEOQUÍMICO	03	16/01/2018
DL-F-213	CONTROL DE VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA DEL HORNO DE FUNDICION	02	11/07/2018
DL-F-216	SOLICITUD PARA PREPARACIÓN DE MUESTRAS	04	20/04/2018
DL-F-224	DETERMINACION DE FIERRO POR VOLUMETRÍA	00	25/06/2014
DL-F-227	INFORME DE ENSAYOS - ROCA TOTAL (18 ELEMENTOS)	03	28/06/2018
DL-F-228	INFORME DE ENSAYOS - ROCA TOTAL (32 ELEMENTOS)	05	02/07/2018
DL-F-231	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS.	02	08/09/2015
DL-F-232	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS.	03	08/09/2015
DL-F-233	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS METAMÓRFICAS	02	08/09/2015
DL-F-234	RESULTADO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	01	23/05/2018
DL-F-235	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MINERAL	00	28/01/2013
DL-F-236	CONTROL DE CALIDAD INTERNO	00	28/01/2013
DL-F-238	REGISTRO DE VERIFICACIÓN- EQUIPO AAS Ice 3000 THERMO SCIENTIFIC	00	27/05/2013
DL-F-239	INFORME DE ENSAYO - ANALISIS DE MERCURIO	01	23/05/2018
DL-F-240	CONTROL INTERNO DE INGRESO Y SALIDA DE GASES INDUSTRIALES	00	27/05/2013
DL-F-241	GRAFICAS DE CONTROL	00	27/05/2013
DL-F-242	PREPARACIÓN DE SOLUCIONES	00	27/05/2013
DL-F-243	VERIFICACIÓN DE VOLÚMENES	00	27/05/2013
DL-F-244	SOLICITUD PARA ANÁLISIS DE AGUA	06	23/08/2018
DL-F-245	INFORME DE ENSAYO-MUESTRAS DE AGUA	04	23/05/2018



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-002 Versión : 02 Fecha aprob: 05/05/2015
	CONTROL DE LAS INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES	Página : 1 de 4

1. Finalidad

Establecer un procedimiento para el control de las instalaciones y condiciones ambientales del laboratorio con la finalidad que permita la correcta ejecución de los ensayos y el buen funcionamiento de los equipos del laboratorio.

2. Alcance

El presente procedimiento es aplicable a todas las áreas del laboratorio químico.

3. Documentos a consultar/ Base legal

3.1 ICE 3000 Manual de Pre-Instalación Thermo Fisher Scientific Requerimientos para el área de trabajo.

3.2 Varian 700-ES Series ICP Optical Emission Spectrometers. Manual de Operatividad.

3.3 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. Requisitos

No aplica.

5. Responsabilidades

5.1. El analista que realiza trabajos en el área respectiva es el encargado de registrar la temperatura y la humedad del área de trabajo.

5.2. Responsable del Laboratorio verificará el cumplimiento del presente procedimiento.

5.3. El Director es el responsable de revisar el procedimiento antes de su aprobación.

5.4. Coordinador de calidad responsable de realizar el control y mantenimiento de este procedimiento.

6. Etapas del procedimiento


6.1. De las instalaciones:

6.1.1. El laboratorio químico mantiene una separación efectiva de sus áreas, cada área dentro del laboratorio se encuentra identificada para una correcta ejecución de los ensayos.

6.2. Control de condiciones ambientales:

6.2.1. El laboratorio monitorea, controla y registra las condiciones ambientales, como lo requieran las especificaciones y métodos de ensayo que influyan en la calidad de los resultados.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-002
	CONTROL DE LAS INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES	Versión : 02 Fecha aprob: 05/05/2015 Página : 2 de 4

6.2.2. Los parámetros establecidos a monitorear y controlar son:

Tabla N° 1 Áreas del laboratorio bajo control de condiciones ambientales

SALA DE BALANZA	Temperatura	15 - 30 °C
	Humedad Relativa	20 - 80 %
AREA ICP-MS	Temperatura	15 - 30 °C
	Humedad Relativa	20 - 80 %
AREA DE INSTRUMENTACION	Temperatura	15 - 30 °C
	Humedad Relativa	20 - 80 %
AREA CROMATOGRAFIA	Temperatura	15 - 30 °C
	Humedad Relativa	20 - 80 %
ALMACEN DE REACTIVOS	Temperatura	15 - 30 °C
	Humedad Relativa	20 - 80 %

6.2.3. El control de la humedad relativa y temperatura, se realiza con un termo higrómetro calibrado.

6.2.4. Ubicar el termo higrómetro en lugar visible dentro del área correspondiente.

NOTA: No colocar éste cerca de equipos que desprendan calor o frío o sobre superficies frías o calientes.


6.2.5. El personal responsable, registra la humedad y temperatura directamente según la lectura del termo higrómetro (OUT) en el formato de control diario de las condiciones ambientales DL-F-207.

6.2.6. Para el registro de la humedad y temperatura se considera el factor de corrección interpolado, considerando el certificado de calibración vigente, se corrige de acuerdo al factor de corrección para su registro de temperatura y humedad corregida en el formato de control diario de las condiciones ambientales DL-F-207.

6.2.7. Este control se realizará con los termohigrometros calibrados, ubicados en las diferentes áreas de trabajo, ver tabla N°1.

6.2.8. El personal responsable, verifica que la humedad relativa y temperatura ambiente observadas se encuentren dentro de los rangos establecidos para cada área (Tabla N° 1), considerando el certificado de calibración vigente y su respectivo factor de corrección.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-002 Versión : 02 Fecha aprob: 05/05/2015
	CONTROL DE LAS INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES	Página : 3 de 4

- 6.2.9.** El personal responsable no efectuará trabajo alguno, mientras las condiciones ambientales para ejecutar el método de ensayo no sean las establecidas.
- 6.2.10.** De no cumplirse estos requisitos, se procede a variar las condiciones del aire acondicionado, se espera un tiempo hasta lograr las condiciones especificadas, y se registran los nuevos valores conformes.
- 6.2.11.** En el caso de no lograr obtener las condiciones establecidas, comunicar inmediatamente al responsable de laboratorio y/o coordinador de calidad para que se comuniquen al servicio de mantenimiento técnico.
- 6.2.12.** Anotar en el ítem de "Observaciones", cualquier desviación de las condiciones y la acción tomada.


6.3. Del acceso a las instalaciones del laboratorio

- 6.3.1.** Dentro de los lugares de trabajo existen áreas definidas que han sido debidamente identificadas por pictogramas donde se requiere que determinados implementos de seguridad sean usados por el personal. El personal que no labora en estas áreas no podrá ingresar a aquellos lugares donde se requiera más implementos que los básicos a no ser que haya sido provisto de ellos.
- 6.3.2.** Todo personal ajeno a las áreas de trabajo debe solicitar la debida autorización al responsable del Laboratorio quien determinará su ingreso, previa entrega de los implementos de seguridad mínimos: mandil y lentes (de requerirse).

6.4. Del orden y limpieza en el laboratorio

- Todas las áreas comunes deben mantenerse limpias, libres de obstáculos y debidamente señalizadas, de igual manera las escaleras y zonas de paso.
- Todos los avisos de orden y limpieza deben ser respetados por el personal.
- No bloquear los extintores, mangueras, duchas de emergencia y elementos de lucha contra incendios con cajas o mobiliario.
- Colocar siempre los residuos y los desechos en contenedores y recipientes adecuados.
- Recoger los frascos de reactivos, materiales y útiles de trabajo al acabar de utilizarlos. Dejar limpio y ordenado el lugar de trabajo.
- Limpiar, guardar y conservar correctamente el material y los equipos después de usarlos, de acuerdo con las instrucciones y los programas de mantenimiento establecidos.
- Disponer de un lugar en el puesto de trabajo que resulte fácilmente accesible, que se pueda utilizar para la realización de los trabajos asignados, sin interferir con equipos de uso habitual.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-002
	CONTROL DE LAS INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES	Versión : 02 Fecha aprob: 05/05/2015 Página : 4 de 4

- Mantener limpio el lugar de trabajo, evitar la acumulación de suciedad, polvo o restos de los productos utilizados.
- Desechar el material de vidrio roto o con fisuras en el contenedor apropiado.
- En el caso de que se averíe un equipo, informar inmediatamente al responsable del laboratorio, evitando utilizarlo hasta su completa reparación. Colocar un cartel visible donde se indique: FUERA DE SERVICIO.

7. Instrucciones

No Aplica.

8. Duración

No Aplica

9. Diagramación

No Aplica

10. Registros (formatos)

10.1. DL-F-207 Control diario de las condiciones ambientales.

11. Glosario de términos

11.1. **Condiciones ambientales:** Especificaciones de temperatura y presión controladas en un área de trabajo.


11.2. **Termo higrometro:** Instrumento que se usa para la medir la temperatura y el grado de humedad del aire, por medio de sensores que perciben e indican su variación.

12. Anexos

No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Página : 1 de 13

1. Finalidad

El propósito de este documento es establecer los criterios para la estimación de la incertidumbre de la medición en análisis físicos – químicos e Instrumentales en el Laboratorio químico.

2. Alcance

Es para todos los métodos analíticos del Laboratorio Químico.

3. Documentos a Consultar/ Base legal

3.1 SGC-P-007: Procedimiento de Acciones Correctivas y Acciones Preventivas.

3.2 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. Requisitos

No aplica

5. Responsabilidades

5.1 El Director de laboratorios es responsable de revisar y aprobar el presente procedimiento.

5.2 El Responsable del Laboratorio verificará el cumplimiento del presente procedimiento.

5.3 Los analistas del Laboratorio de Química son los encargados de la ejecución del presente procedimiento

5.4 El Coordinador de calidad es responsable de elaborar, realizar el control y mantenimiento del presente procedimiento.

6. Etapas del Procedimiento

Para la estimación de la Incertidumbre de la medición analítica el Laboratorio sigue los siguientes pasos:

6.1 Clasificación de métodos de ensayo

6.2 Especificación del Mensurando

6.3 Modelo Matemático

6.4 Identificación de las Fuentes de incertidumbre


6.5 Estimación de las incertidumbres estándar de los componentes de la incertidumbre,

6.6 Estimación de la Incertidumbre estándar Combinada

6.7 Estimación de la Incertidumbre Expandida.

Para los ensayos cualitativos que se desarrollan en el Laboratorio no se requerirá el



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Página : 2 de 13

cálculo de la Incertidumbre de la medición pero sí la identificación de las fuentes de incertidumbre las cuales son controladas.

6.1 Clasificación de métodos de ensayo.

Se realizará una clasificación de los métodos que requieran la determinación de la Incertidumbre de la medición (ver Anexo - Tabla I)

6.2 Especificación del mensurando

Identificar de manera clara y sin ambigüedades el mensurando mediante una expresión cuantitativa que relacione el valor de éste con los magnitudes de entrada a los que está asociado.

6.3 Modelo matemático.

Para estimar la incertidumbre del resultado de una medición, es necesario encontrar una relación matemática que describa la función del proceso de medición. Esto consiste en encontrar una relación que describa la interacción que existe entre el resultado de la medición (Y. variable aleatoria de salida); y las variables aleatorias de entrada X_i que son todas aquellas que están involucradas en la definición del resultado.

$$y = f(X_i)$$

Generalmente, en los procesos de mediciones que involucran en el área físico-química, la mejor estimación de esta función ya está definida en la misma descripción del procedimiento de medición.

La clave para establecer un modelo correcto está en la profundidad del conocimiento del proceso de medición.


La estimación correcta de la incertidumbre del resultado depende totalmente del modelo matemático, por lo tanto es importante incluir todas aquellas variables que puedan afectar al resultado.

Las mediciones de entrada son las descritas en el modelo matemático de la $f(X_i)$

6.4 Identificación de las fuentes de incertidumbre.

Listar las posibles fuentes de Incertidumbre. Esta debe incluir fuentes que contribuyen a la incertidumbre de las magnitudes especificados en la relación mencionada en el punto 6.4. El propósito de este paso es listar todas las fuentes de Incertidumbre para cada una de las magnitudes que afectan el valor del mensurado. Para ello se usara la herramienta de calidad denominado Diagrama Causa – Efecto (Diagrama de Ishikawa). Se debe elaborar una lista de las fuentes más relevantes de incertidumbre, pudiéndose incluir entre otras:



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 3 de 13

- a) Definición de mesurando
- b) Muestreo y/o sub-muestreo (cuando corresponde).
- c) Condiciones de almacenamiento
- d) Efectos atribuibles a los instrumentos de medición incluyendo función
- e) de calibrado, numero de cifras significativas, redondeo de cifras
- f) relevantes.
- g) Pureza de los reactivos.
- h) Estequiometria asumida
- i) Condiciones de medición
- j) Efectos de la muestra (matriz)
- k) Efectos de cálculo
- l) Corrección por blanco
- m) Efectos atribuibles al operador.
- n) Efectos aleatorios.
- o) Patrones y materiales de referencia
- p) Otras

6.5 Estimación de la incertidumbre estandar


Estimar la Incertidumbre de cada fuente potencial de incertidumbre identificada y llevarlos a Incertidumbre estándar. Es posible estimar o calcular una sola contribución asociada con un número de fuentes de incertidumbres separadas. En este caso cada fuente potencial de incertidumbre identificada se mide directamente o estima usando resultando experimentales previos o resultados derivados de análisis teóricos.

6.5.1 Estimación de la Incertidumbre Estándar Tipo A

- a) La incertidumbre de una magnitud de entrada X_i obtenida a partir de observaciones repetidas bajo condiciones de repetibilidad, se estima con base a la dispersión de los resultados individuales.
- b) Si X_i se determina por n mediciones independientes, resultando en valores q_1, q_2, \dots, q_n el mejor estimado para x_i para el valor de X_i , es la medida de los resultados individuales.

$$x_i = \bar{q} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^n q_j$$

- c) La dispersión de los resultados de medición q_1, q_2, \dots, q_n , para la magnitud de entrada X_i se expresa por su desviación estándar experimental

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 4 de 13

$$s(q) = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{j=1}^n (q_j - \bar{q})^2}$$

d) La incertidumbre estándar $u(x_i)$ de X_i se obtiene finalmente mediante el cálculo de la desviación estándar de la media a la incertidumbre.

$$u(x_i) = s(\bar{q}) = \frac{s(q)}{\sqrt{n}}$$

e) Lo que resulta para la incertidumbre estándar de X_i

$$u(x_i) = \frac{1}{\sqrt{n}} * \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}$$

6.5.2 Incertidumbre del Analista

Datos paramétricos

Esta contribución se estimara como la desviación típica experimental de reproducibilidad de la serie de valores de los cuales se calcula.

Dónde:

S_R = Desviación estándar de reproducibilidad

$$u_{analista} = S_R$$


Datos no Paramétricos

Esta contribución se estimara a partir de los valores de rango de los datos.

$$\sigma = \frac{R}{d_2}$$

$$u = \frac{\sigma}{3}$$



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 5 de 13

6.5.3 Estimación de la Incertidumbre Estándar Tipo B

En la evaluación tipo B de la incertidumbre de una magnitud de entrada se usa información externa u obtenida por experiencia. Las fuentes de observación son:

- a) Certificados de Calibración
- b) Manuales de instrumento de medición, especificaciones del instrumento
- c) Normas o literatura
- d) Valores de mediciones anteriores
- e) Conocimiento sobre las características o el comportamiento del sistema de medición.

La incertidumbre tipo B es tan confiable con la evaluación tipo A y en especial cuando en una medición donde la evaluación de Tipo A se basa en un numero comparativamente pequeño de observaciones estadísticamente independientes.

Las distribuciones que aparecen más frecuentemente son:

a) Distribución normal:

Si la incertidumbre se expresa con un nivel de confianza se puede suponer una normal de variable. Esta se calcula como la incertidumbre indicada dividida entre el factor de cobertura (k), correspondiente al nivel de confianza indicado para la distribución normal.

Por ejemplo: la incertidumbre indicada en certificados de calibración (U) se refiere generalmente a una distribución normal y para ser convertida en incertidumbre estándar se utiliza la siguiente. Fórmula:


$$u_{(x)} = \frac{U}{k}$$

b) Distribución rectangular:

Si se especifica que la variable se encuentra dentro de un intervalo de valores máximos (entre $\pm a$), se puede suponer una distribución centrada (rectangular) en la que se considera que el valor verdadero de la magnitud tiene la misma probabilidad de ser cualquier valor que se encuentre el intervalo considerado y cero probabilidad de ser un valor fuera del intervalo. Por lo tanto, ésta se evalúa como la incertidumbre indicada dividida entre la raíz cuadrada de tres.

Ejemplos: resolución de un instrumento digital o la información técnica sobre tolerancias de un instrumento o el error máximo permisible ($\pm EMP$), En general, cuando exclusivamente hay conocimiento de los límites superior e inferior del



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 6 de 13

intervalo de variabilidad de la magnitud de entrada, lo más conservador es suponer una distribución rectangular.

El valor esperado es el punto medio del intervalo:

$$x_i = \frac{a_+ + a_-}{2}$$

Con una varianza asociada.

$$u_B^2(x_i) = \frac{(a_+ - a_-)^2}{12}$$

Si la diferencia entre los límites $a_+ - a_-$ se denota por $2a$, entonces la incertidumbre estándar tipo B de x_i se evalúa como:

$$u_B(x_i) = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

c) Distribución triangular:

Si se conoce los límites superior e inferior hay evidencia de que la probabilidad es más alta para valores en el centro del intervalo y se reduce hacia los límites, puede ser más adecuado basar la estimación de la incertidumbre en una distribución triangular.

$$x_i = \frac{a_+ + a_-}{2}$$

La incertidumbre estándar se calcula en este caso por:

$$u(x_i) = \frac{a_+ - a_-}{\sqrt{24}} = \frac{a/2}{\sqrt{6}}$$


6.6 Estimación de la incertidumbre estándar combinada.

6.6.1 Propagación de Incertidumbre para Magnitudes No Correlacionadas

Para el cálculo de la incertidumbre de magnitudes no correlacionadas $u_c(y)$ se calcula por la suma geométrica de sus contribuciones particulares:

Resultado (y) = $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
		Página : 7 de 13

Siendo X1, X2, X3, Xn: magnitudes no correlacionadas

Por lo tanto la incertidumbre asociada al resultado del resultado se expresa:

$$u^2 (y) = \sum_{i=1}^N u_i^2 (y)$$

Lo que se puede expresar como:

$$u_c (y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left[\frac{\partial f}{\partial X_i} * u(x_i) \right]^2}$$

6.6.2 Propagación de Incertidumbre para Magnitudes Correlacionadas

6.6.2.1 Cálculo con Incertidumbres Estándar Relativas

- a) Si el modelo matemático se compone de una sumatoria o diferencia la incertidumbre estándar combinada $u_c (y)$ está dada por:

Modelo Matemático: $f(y) = p+q+r.....$


$$u_c (y(p, q..)) = \sqrt{u(p)^2 + u(q)^2 +}$$

- b) Para modelos matemáticos que muestra productos o cocientes, la incertidumbre estándar combinada $u_c (y)$ está dada por:

Modelo Matemático: $f(y) = p*q*r.....$ o $f(y) = p*q/r.....$



$$u_c (y) = y \sqrt{\left(\frac{u(p)}{p} \right)^2 + \left(\frac{u(q)}{q} \right)^2 +}$$

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Página : 8 de 13

6.6.2.2 Cálculo de la Incertidumbre con Coeficientes

Resultado (y) = f(x1, x2, x3,...)

Por lo tanto la incertidumbre asociada al resultado de la fórmula se expresa:

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^N u_i^2(y)$$

Donde

La magnitud $u_i(y)$ ($i=1, 2, \dots, N$) es la contribución a la incertidumbre típica asociada a la estimación de salida y, resultante de la incertidumbre típica asociada a la estimación de entrada x_i .

$$u_i(y) = c_i u(x_i)$$

En donde c_i es el coeficiente de sensibilidad asociado a la estimación de entrada x_i , es decir, la derivada parcial de la función modelo f con respecto a x_i evaluada para las estimaciones de entrada x_i .

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} \Big|_{X_1 = x_1 \dots X_N = x_N}$$

Las magnitudes $u(x_i)$ son las incertidumbres estándar asociadas a los instrumentos de medición empleados y cuyos valores se encuentran en los informes de calibración, (incertidumbre tipo B), en caso contrario se estimarán por medio de repeticiones (incertidumbre tipo A)


6.7 Estimación de la incertidumbre expandida.

Una vez hallado el valor de la Incertidumbre estándar Combinada, aplicar el factor de cobertura (K), para obtener la Incertidumbre expandida.

La incertidumbre expandida es la que define un intervalo en el que se encuentra el resultado de la medición del que se espera comprenda una fracción grande de la distribución de valores que podrían atribuirse razonablemente al mensurando. Esta se obtiene al multiplicar la incertidumbre combinada u_c por el factor de cobertura (k) al 95% de confianza.

$$U = k u_c$$



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 9 de 13

Dónde:

$K = t_{(0.05, v_{ef})}$ = Factor de cobertura, se estima con el valor de 1.96, o aproximadamente 2, asumiendo una distribución normal con un 95% de nivel de confianza al 95%.

v_{ef} = Grados de libertad efectivos

$$v_{ef} = \frac{(u_c)^2}{\left(\frac{u_A^2}{N-1}\right)}$$

u_c = Incertidumbre Combinada del mensurando.

u_A = Incertidumbre estándar tipo A, generada por repeticiones de ensayo.

N = Número total del universo de mediciones.

6.8 Expresión de la incertidumbre de la medición en un informe analítico

Cuando el Cliente lo solicite de acuerdo a código de formato de informe de ensayo DL-F-004 Estimación de la incertidumbre, el resultado debe ser reportado junto con su incertidumbre expandida "U", calculada utilizando un factor de cobertura k.

Se usara el siguiente ejemplo:

$$\text{Resultado} = R \pm U^*$$

Donde $U = k u_c$,

u_c = Incertidumbre Combinada del mensurando.

*La incertidumbre de la medición reportada esta calculada utilizando el factor de cobertura (k), para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.


Recalculo

En el caso que ingresen nuevo personal autorizados para la ejecución de métodos analíticos, la incertidumbre debe recalcularse, ingresando los datos correspondientes al nuevo analista.

7. Instrucciones

No Aplica



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 10 de 13

8. Duración

No Aplica

9. Diagramación

No Aplica

10. Registros (Formatos)


10.1 DL-F-004 Estimación de la incertidumbre.

11. Glosario de Términos

- **Material de referencia certificado:** Un material de referencia, acompañado de un certificado, del cual uno o más valores de la propiedad son certificados por un procedimiento que establece la trazabilidad para una realización exacta de la unidad en que están expresados los valores de la propiedad y para los cuales cada valor certificado está acompañado por una incertidumbre para un nivel de confianza establecido
- **Solución sintética:** Solución que puede ser analizada sin el aislamiento de los analitos requeridos por muestras de ensayos ordinarias. Esta es, con frecuencia, una solución preparada en el Laboratorio disolviendo una cantidad conocida del analito. A menudo, esta solución no contiene otras sustancias presentes en la solución de ensayo original
- **Nivel de confianza:** La probabilidad de que el valor del analito permanezca dentro de la amplitud del rango de incertidumbre.
- **Incetidumbre de la medición:** Parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos a la magnitud a medir.
- **Incetidumbre estándar:** es cada componente de la incertidumbre (y'), expresada como desviación estándar. Se representa por $u(y')$.
- **Incetidumbre estándar combinada** es la combinación de incertidumbres estándar de los resultados parciales que intervienen en la función y , aplicando la ley de propagación de errores aleatorios. Se expresa por $u_c(y)$.
- **Incetidumbre estándar expandida:** proporciona el intervalo dentro del cual se cree está el valor del parámetro medido para un cierto nivel de confianza. Se obtiene mediante la expresión:

$$U = k u_c(y)$$



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 11 de 13

Donde k es un factor de cobertura o seguridad que adopta, generalmente, valores iguales a 2 ó 3 (para niveles de confianza aproximado de 95 % y 99 %, respectivamente)

- **Incertidumbre estándar relativa (RSD o W)** es el cociente de la incertidumbre estándar y el valor del promedio (\bar{x}) o la media (μ) (8)
- **Incertidumbre estándar relativa combinada (U_y o W_y)** es calculada tomando en cuenta todos los componentes de incertidumbre (8)
- **Factor de cobertura:** Número que cuando se multiplica por la incertidumbre estándar combinada, produce un intervalo (la incertidumbre expandida) sobre el resultado de la medición en el cuál puede esperarse que esté, con un amplio margen (ejemplo 95%), la distribución de valores que puede ser razonablemente atribuida a la muestra.
- **Nivel de confianza** la probabilidad de que el valor de la magnitud a medir permanezca dentro de la amplitud del rango de incertidumbre
- **Precisión** Grado de coincidencia existente entre los resultados independientes de un ensayo, obtenidos en condiciones estipuladas.


Notas:

La precisión depende únicamente de la distribución de los errores aleatorios y no está relacionada con el valor verdadero o especificado.

La precisión se expresa generalmente en términos de falta de precisión, calculándose a partir de la desviación típica de los resultados. A mayor desviación típica menor precisión.

- **Resultados de ensayos independientes** significa resultados obtenidos sin que exista influencia de un resultado previo sobre el mismo objeto o similar de ensayo. La expresión cuantitativa de la precisión depende en forma crítica de las condiciones estipuladas. Las condiciones de repetibilidad y reproducibilidad son conjuntos particulares de condiciones extremas.
- **Precisión Intermedia** La precisión intermedia expresa la variación dentro del laboratorio: diversos días, diversos Technicians Laboratory, diversos equipos, etc.
- **Repetibilidad.** Precisión bajo condiciones de repetibilidad
- **Reproducibilidad** Es la precisión entre laboratorios diferentes
- **Condiciones de repetibilidad** Condiciones bajo las que se obtienen resultados independientes, con el mismo método, sobre idénticas muestras, en el mismo laboratorio, por el mismo operador y utilizando los mismos equipos de medición, durante un corto intervalo de tiempo.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Página : 12 de 13

- **Error aleatorio** Resultado de una medición menos la media que pudiera resaltar de un infinito número de mediciones del mismo mensurando, llevadas a cabo bajo las condiciones de repetibilidad
- **Error sistemático** La media que pudiera resaltar de un infinito número de mediciones del mismo mensurando llevadas a cabo bajo condiciones de repetibilidad menos el valor verdadero del mensurando.
- **Datos paramétricos** Se denominan así al conjunto de datos donde la media es el estimador representativo de la población.
- **Datos no paramétricos** Se denomina así al conjunto de datos donde la mediana es el estimador representativo de la población.
- **P -valor (P valúe)** El p-Valor corresponde al nivel de confianza más pequeño posible que puede escogerse, para el cual todavía se aceptaría la hipótesis alternativa (H_1). El valor p es un valor de probabilidad por lo que oscila entre 0 y 1. El p-valor está definido como una medida directa de lo verosímil que resulta obtener una muestra como la actual si es cierta la hipótesis nula (H_0). Así, se suele decir que valores altos de valor P aceptan la H_0 (Hipótesis nula). De igual manera, valores bajos de valor P rechazan la H_0 . Informar sobre cual es el p-valor tiene la ventaja de permitir que cualquiera decida qué hipótesis acepta basándose en su propio nivel de confianza α . Al proporcionar el p-valor obtenido con la muestra actual, la decisión se hará de acuerdo a la regla siguiente

Si $p_v \leq \alpha$, aceptar H_1


Si $p_v > \alpha$, aceptar H_0

12. Anexos


12.1 Tabla I. -Clasificación de Métodos para la determinación de la Incertidumbre

CLASE	TIPO DE MÉTODO	INCERTIDUMBRE
I	- Detecciones - Métodos cualitativos - Métodos semicuantitativos	No se determina
II	Métodos que indican incertidumbre	No se determina
III	Métodos normalizados	Si se determina incertidumbre
IV	Métodos modificados, métodos usados fuera de su alcance.	Si se determina incertidumbre
V	Métodos propios	Si se determina incertidumbre



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-004
	CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 13 de 13

12.1 SGC-F-022 Solicitud de Acción Correctiva o Preventiva

	FORMATO	Código : SGC-F-022
	SOLICITUD DE ACCIÓN CORRECTIVA O PREVENTIVA	Versión : 05 Aprobado por: SG Fecha aprob.: Página : 1 de 1

TIPO:	CORRECTIVA <input type="checkbox"/>	PREVENTIVA <input type="checkbox"/>	N°
PROCEDENCIA:	AUDITORIA INTERNA <input type="checkbox"/>	HALLAZGO DE PERSONAL <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	QUEJA <input type="checkbox"/>	PRODUCTO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Norma/Requisito: _____
Documento de Referencia / N° de Versión: _____

Fecha: _____ Área: _____
Emisor: _____ Responsable: _____
Firma: _____ Firma: _____

N°	Acciones	Nombre y Firma de Responsable	Fecha

N°	Descripción	Nombre y Firma de Responsable	Fecha

Fecha: _____ Responsable del Área: _____ Firma: _____

N°	Acciones	Nombre y Firma de Responsable	Fecha

Fecha para implementación: _____ Responsable del Área: _____ Firma: _____

N° de Acción	Cumplimiento			Evidencia Objetiva	Fecha
	SI	NO	Parcial		


Fecha: _____ Nombre del Auditor: _____ Firma: _____

Fecha: _____ Nombre del Auditor: _____ Firma: _____

NO CONFORMIDAD : CERRADA SE MANTIENE
Fecha: _____ Nombre del Auditor: _____ Firma: _____

Aprobado por : Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-006 Versión : 01 Fecha aprob. : 05/05/2016
	ANÁLISIS POR FUSIÓN DE METABORATO DE LITIO EN MUESTRAS DE MINERALES	Página : 1 de 4

1. FINALIDAD

Tratamiento de muestras mediante la fusión con borato de litio para la determinación de los metales mayores y traza.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es aplicable al Laboratorio Químico.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR/ BASE LEGAL

- 3.1 Manual del fabricante Equipo de fusión automático.
- 3.2 Manual del fabricante Mufla
- 3.3 Manual operatividad del Equipo Ultrasonido
- 3.4 Manual operatividad del Agitador de Vaivén
- 3.5 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES


- 5.1. El Director de Laboratorios es el responsable de aprobar el presente procedimiento.
- 5.2. El Analista de la disolución y pesaje y/o técnico de Laboratorio son los encargados de realizar el rotulado, registro, pesaje, fusión, digestión ácida, análisis y reporte de las muestras de geoquímicos.
- 5.3. El Responsable del Laboratorio es responsable verificar el cumplimiento del presente procedimiento.
- 5.4. El Coordinador de calidad es responsable de realizar el control y mantenimiento de este procedimiento.

6. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO

6.1. Reactivo

- 6.1.1. Fundente 35% $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, 65% de LiBO y 0.5% de LiBr
- 6.1.2. Solución ácida (5% Agua regia invertida y 0.1% de ácido Fluorhídrico): Agregar 37.5 ml de ácido nítrico ultrapuro, 12.5 ml de ácido clorhídrico y 1 ml de ácido fluorhídrico para un litro de solución.
- 6.1.3. Agua ultrapura.
- 6.1.4. Material de referencia



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-006 Versión : 01 Fecha aprob. : 05/05/2016
	ANÁLISIS POR FUSIÓN DE METABORATO DE LITIO EN MUESTRAS DE MINERALES	Página : 2 de 4

6.2. Procedimiento de preparación de muestras en el equipo de fusión automático

6.2.1. Pesar 0.1 ± 0.005 g de la muestras (blancos, materiales certificados y muestras), en un crisol de platino.

Nota: El crisol debe ser lavado con una solución de ácido sulfúrico al 10% en baño de ultrasonido o calentada a 90°C por un espacio de tiempo de 10 minutos, luego enjuagar con agua Ultrapura y secar.

6.2.2. Agregar $2.0 \text{ g} \pm 0.1$ g de fundente de borato de litio.

6.2.3. Homogenizar cuidadosamente la muestra con el fundente.

6.2.4. Colocar el crisol de platino con la muestra en el equipo de Fusión (Marca Claisse) y el Baker de teflón conteniendo la solución ácida.

6.2.5. Programar el método "Fusión Borato" en software del equipo, el cual alcanza 950°C , por un espacio de tiempo de 12 min e inmediatamente se vierte su contenido en la solución ácida y luego se agita por 25 min, para obtener la disolución total.

6.2.6. Retirar el vaso que contiene la disolución ácida y vaciar a una fiola de teflón de 100 ml, enjugando el vaso hasta completar el enrase.

6.2.7. Observar si la solución obtenida es transparente, caso contrario repetir el procedimiento.

6.3. Procedimiento alternativo de preparación de muestras mediante mufla

6.3.1 Pesar 0.1 ± 0.020 g de la muestras (blancos, materiales certificados y muestras), en un crisol de platino.

Nota: El crisol debe ser lavado con una solución de ácido sulfúrico al 10% en baño de ultrasonido o calentada a 90°C por un espacio de tiempo de 10 minutos, luego enjuagar con agua Ultrapura y secar.

6.3.2 Agregar $2.0 \text{ g} \pm 0.1$ g de fundente de borato de litio.

6.3.3 Homogenizar cuidadosamente la muestra con el fundente

6.3.4 Llevar la muestra a una mufla a 950°C , por un espacio de tiempo de 25 min, para su manipulación utilizar el portamuestra de cerámica.


Nota: el analista debe utilizar los implementos de seguridad, como careta, guantes y mandil aluminizado.

6.3.5 Retirar el crisol y dejar enfriar sobre un material refractario, hasta obtener un perla sólida, que se desprenda completamente del crisol.

6.3.6 Agregar a la perla un volumen de 100 ml de solución de la solución ácida y agitar 3 horas hasta obtener la disolución de la perla, caso contrario se agita por una hora adicional.

6.3.7 Observar si la solución obtenida es transparente, caso contrario repetir el procedimiento.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-006 Versión : 01 Fecha aprob. : 05/05/2016
	ANÁLISIS POR FUSIÓN DE METABORATO DE LITIO EN MUESTRAS DE MINERALES	Página : 3 de 4

6.4. Consideraciones para la preparación de muestras por el método de fusión.

- 6.4.1. Las muestras con contenido mayor al 5% de sulfuro deben previamente calcinado a 950 °C durante 2 horas en la mufla.
- 6.4.2. Las muestras con azufre no metálico se realizara un secado previo calcinado a 105 °C durante 2 horas en la mufla.
- 6.4.3. Si las perlas no se funden completamente mediante el proceso de la mufla, se debe de agregar 0.5 g de fundente y aumentar el tiempo de fusión a 30 min.

6.5. Aseguramiento de calidad

La exactitud y precisión de las muestra geoquímicas en el laboratorio son monitoreadas mediante la inclusión en la preparación de análisis de blancos de reactivo y blancos de preparación mecánica, muestras duplicadas cada 10 muestras y material de referencia certificado alternando cada 18 muestras.

Los resultados de ensayo son reportados una vez que se hayan aprobado los procedimientos de QA/QC.

6.4 Cálculo de resultado

Los datos son obtenidos mediante el equipo de ICP-OES e ICP-MS, para ello se requiere ingresar los datos peso, volumen y factor de dilución de las muestras.

$$\text{Concentración final} = \frac{L \times V_f \times F_d}{P}$$

Dónde:

- L: Lectura en mg/L
- Vf: Volumen final en mL
- Fd: Factor de dilución
- P: Peso en g

7. INSTRUCCIONES

No Aplica

8. DURACIÓN

No Aplica

9. DIAGRAMACIÓN


No Aplica

10. REGISTROS

10.1 DL-F-201

10.2 DL-F-227.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-006 Versión : 01 Fecha aprob. : 05/05/2016
	ANÁLISIS POR FUSIÓN DE METABORATO DE LITIO EN MUESTRAS DE MINERALES	Página : 4 de 4

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS


- 11.1 Fundente:** Mezcla de Metaborato de Litio con tetraborato de litio, que permite bajar el punto de fusión de los minerales.
- 11.2 Antiadherente,** se recomienda su uso en caso que la muestra quede adherida a las paredes del crisol.
- 11.3 Fundidora automática:** Equipo automatizado para la fusión de muestra mediante controlador de software.
- 11.4 Mufla:** Cavidad de forma semicilíndrica, hecha de material refractario, que se coloca en los hornos para uniformizar la temperatura y proteger las sustancias contra los gases de combustión.
- 11.5 Agitador:** Permite la homogenización y disolución de la perla en solución ácida, durante la agitación.
- 11.6 Balanza analítica:** Balanza sensible a la décima de miligramo que se utiliza en los laboratorios de análisis.
- 11.7 Crisoles de platino:** Recipiente en forma troncocónica de pequeño tamaño en el que se funde la muestra a 900 °C.
- 11.8 Campara extractora:** Área encapsulada con sistema de extracción de humos para vapores ácidos empleada para la disgregación de muestras
- 11.9 Blanco reactivo:** Blanco que contiene solo los reactivos químicos de la disgregación de muestras para la evaluación de contaminación en el proceso de preparación.
- 11.10 Blanco de preparación mecánica de muestras:** Roca estéril que se prepara para la evaluación de contaminación en el proceso de preparación mecánica de muestras.

12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
--------------	---



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-007 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	Página : 1 de 6

1. FINALIDAD

Establecer los criterios y metodología a utilizar en la verificación interna del material volumétrico de vidrio.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es aplicable para la verificación interna de materiales volumétricos, especialmente material de precisión, a utilizar en el laboratorio.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL.

3.1 Instrucciones de calibrado (SOP), BLAUBRAND "Aparatos volumétricos y picnómetros"

3.2 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. REQUISITOS.

4.1 Balanzas calibradas

5. RESPONSABILIDADES.

5.1 El Director de laboratorio, tiene la facultad de aprobar el presente procedimiento.

5.2 El Analista es el responsable de cumplir y ejecutar este procedimiento en las labores de análisis, también de verificar el correcto uso del material de vidrio: matraces volumétricos graduados, siguiendo los lineamientos descritos en este instructivo. Hacer uso del formato de verificación de material volumétrico DL-F- 020, para efectuar las verificaciones.

5.3 El Responsable de Laboratorio, es responsable de supervisar el cumplimiento del presente procedimiento entre el personal que tiene a su cargo, además de programar su conocimiento y difusión.

6. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO.

6.1 Condiciones Generales

6.1.1 Calibración: Para obtener el volumen calibrado a partir del líquido de ensayo es importante tener en cuenta que:

- La densidad del agua varía con la temperatura.
- El volumen del recipiente de vidrio es afectado por la temperatura.

Cuando se calibra material de vidrio se debe tomar en consideración estos factores para calcular el volumen contenido o vertido por el material a 20°C.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-007
	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 2 de 6

6.1.2 Control visual: El material volumétrico tiene por finalidad la medición exacta de volúmenes y debe ser controlado antes de utilizarlo. Preliminarmente se realiza un control visual de los aparatos de medida a calibrar.

- **Limpieza:** Para alcanzar la precisión de volumen indicada, la superficie de vidrio debe estar limpia y exenta de grasa. Si permanecen gotas en la pared de vidrio o si el menisco no se ajusta exactamente, el aparato de medida no está limpio y se debe limpiar con un detergente poco alcalino. Enjuagar a continuación con agua del grifo y después con agua destilada o desionizada. Para finalizar se debe limpiar con acetona y secar bien para arrastrar cualquier impureza que pueda encontrarse dentro del mismo.
- **Rotulación:** en los aparatos de medida: hace referencia al volumen nominal, límite de error, temperatura de referencia, tipo de clase A/AS, así como las marcas de volumen deben ser fácilmente legibles.
- **Daños:** El aparato de medida no debe presentar daños significativos como por ejemplo rayas o roturas.

6.2 Equipos y Materiales

6.2.1 Aparatos de medida a ser verificados

6.2.2 Piceta, conteniendo agua destilada o desionizada. Este frasco debe haber permanecido un tiempo no menor de dos horas en la sala de ensayos donde se realizara la verificación, con el objetivo de igualar las temperaturas del agua y de la sala.

6.2.3 Termómetro, con una desviación máxima de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$. El termómetro debe estar en la sala libre de embalaje mínimo 1 hora para igualar las temperaturas de la sala de ensayo y del termómetro en la sala libre de embalaje mínimo 1 hora para igualar las temperaturas de la sala de ensayo y del termómetro en la sala libre de embalaje mínimo 1 hora para igualar las temperaturas de la sala de ensayo y del termómetro en la sala libre de embalaje mínimo 1 hora para igualar las temperaturas de la sala de ensayo y del termómetro en la sala libre de embalaje mínimo 1 hora para igualar las temperaturas de la sala de ensayo y del termómetro en la sala libre de embalaje mínimo 1 hora para igualar las temperaturas de la sala de ensayo y del termómetro Balanza, comprobar que la balanza analítica ha sido verificada con pesas patrón calibradas y que se encuentren en buen estado de uso, llenado los valores obtenidos en el formato de verificación de balanzas DL-F-017.

6.2.4 Soporte universal, para sujetar el aparato de medida en posición vertical.

6.2.5 Cronómetro, para observación del tiempo de espera, con una exactitud de $\pm 1\text{s}$.


6.2.6 Paño de celulosa exento de pelusa, para limpiar el aparato.

6.2.7 Barómetro, para el control de la presión atmosférica con una exactitud de $\pm 1\text{kPa}$.

6.3 Verificación del aparato de medida

6.3.1 Determinar la temperatura del agua de ensayo y apuntar la temperatura en el formato de Verificación Interna de Material Volumétrico DL-F-020



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-007
	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 3 de 6

- 6.3.2 Determinar el peso del aparato de medida seco sin carga (W_1), anotar en la Hoja de Cálculo para Verificación de Material Volumétrico DL-F-020.
- 6.3.3 Llenar el aparato de medida con líquido del ensayo hasta sobre pasar la marca anular de aproximadamente 5mm. La pared de vidrio por encima del menisco no se debe humectar; en caso necesario limpiarla con un paño de celulosa.
- 6.3.4 Ajustar el menisco exactamente sobre la marca anular mediante vaciado de líquido. Como resultado, el punto más bajo del menisco debe encontrarse a la misma altura que el borde superior de la marca anular.
- 6.3.5 Determinar el peso del aparato de medida con carga (W_2). Anotar en el formato de Verificación Interna de Material Volumétrico DL-F-020.

6.4 Determinación del volumen del aparato de medida

Una vez que se tiene los pesos y temperatura del líquido de ensayo se procede a determinar el volumen del aparato de medida a 20°C, aplicando la siguiente fórmula:

Dónde:



V_{20} (ml): Volumen del aparato de medida a 20°C o volumen calculado.

W_1 (g): Valor obtenido de la pesada del aparato de medida sin carga.

W_2 (g): Valor obtenido de la pesada del aparato de medida lleno, o después de vaciar el contenido.

Z (ml/g): Factor de los parámetros de control resumidos. Para la lectura de este factor en la tabla es necesario determinar la temperatura que registra la sala de ensayo y la presión atmosférica (Anexo 01).

6.5 Registro y comprobación de resultados


- 6.5.1 Comprobar si el resultado obtenido en la resta del volumen nominal menos el volumen calculado es menor que el límite permitido (tolerancia indicada en el certificado del fabricante) y comprobar que los valores individuales se encuentran dentro de este rango de tolerancia. (hacer todos estos cálculos en las hojas de cálculo)
- 6.5.2 Llenar en el formato de Verificación Interna de Material Volumétrico DL-F-020.

6.6 Frecuencia para realizar la verificación

La frecuencia de los controles a realizar para los aparatos de medida: matraces volumétricos, normalmente un solo control es suficiente.

Ver el cronograma de Calibración y Verificación de Material Volumétrico SGC-F-219 para la próxima verificación y/o calibración.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-007 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	Página : 4 de 6

7. INSTRUCCIONES.

No aplica.

8. DURACION.

No aplica.

9. DIAGRAMACION.

No aplica.

10. REGISTROS.

10.1 DL-F-020 "Formato de verificación de material volumétrico"

11. GLOSARIO DE TERMINOS.

11.1 Dilatación térmica: Cuando la temperatura de un cristal varía se produce un cambio en sus dimensiones (se contrae o se dilata). Si la temperatura es muy alta, el material se deforma. Cuando se recupera la temperatura inicial, no se recuperan las dimensiones y por tanto el fenómeno es reversible.

11.2 Líquido de ensayo: agua destilada o desionizada que se utilizara para la verificación del material de vidrio.

11.3 Matraz: Es un recipiente de cristal donde se mezclan las soluciones químicas, generalmente de forma esférica y con un cuello recto y estrecho, que se usa para contener líquidos. Entre los tipos de matraces tenemos:


11.4 Matraz volumétrico: Son recipientes de vidrio de fondo plano y cuello alargado y estrecho, con un aforo que marca donde se debe efectuar el enrase, el cual nos indica un volumen con exactitud y precisión. De la misma forma que para las pipetas aforadas, el cuello del matraz aforado se construye relativamente delgado, de modo que un pequeño cambio de volumen del líquido provoque una considerable diferencia en la altura del menisco. Los matraces aforados están calibrados para contener el volumen especificado de líquido a una temperatura definida. Como la graduación rodea todo el cuello del matraz, es fácil evitar los errores de paralaje cuando se lleva el líquido hasta el aforo.

11.5 Dispensador: Instrumento que proporciona un volumen definido de manera rápida y precisa, de un reactivo líquido.

11.6 Registro: Documento que presenta resultados obtenidos y proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

11.7 Termómetro: instrumento que se usa para medir la temperatura. Su presentación más común es de vidrio, el cual contiene un tubo interior con mercurio, que se expande o dilata debido a los cambios de temperatura. Para determinar la temperatura, el termómetro cuenta con una escala debidamente graduada que la relaciona con el volumen que ocupa el



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-007
	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 5 de 6


mercurio en el tubo. Las presentaciones más modernas son de tipo digital, aunque el mecanismo interno suele ser el mismo.

12. Anexos

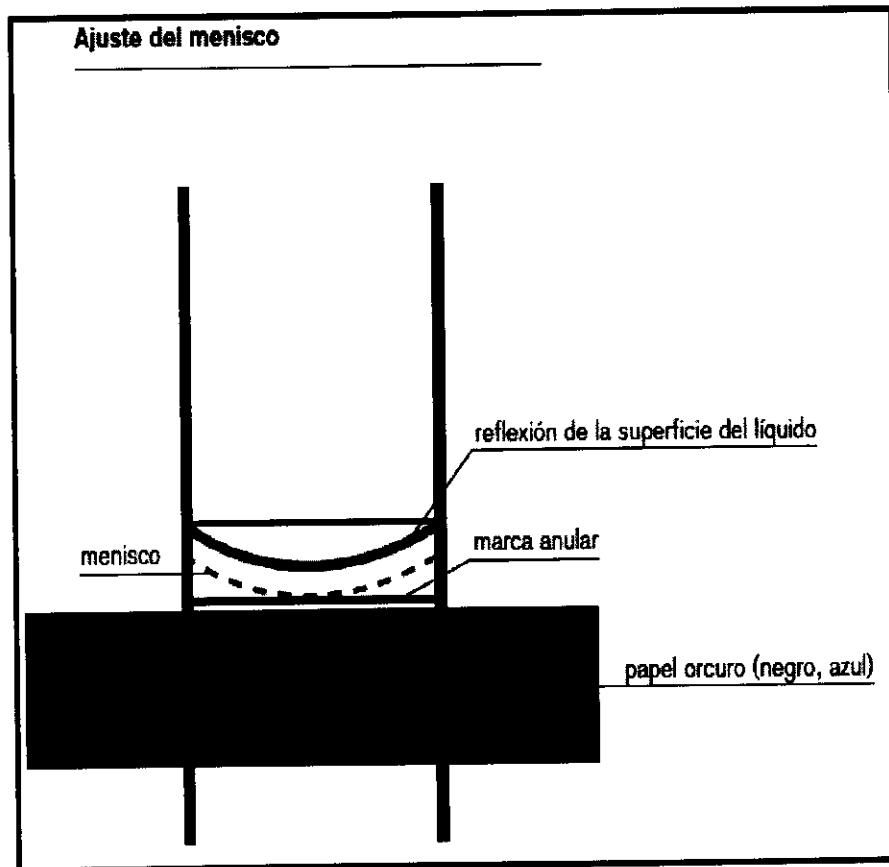
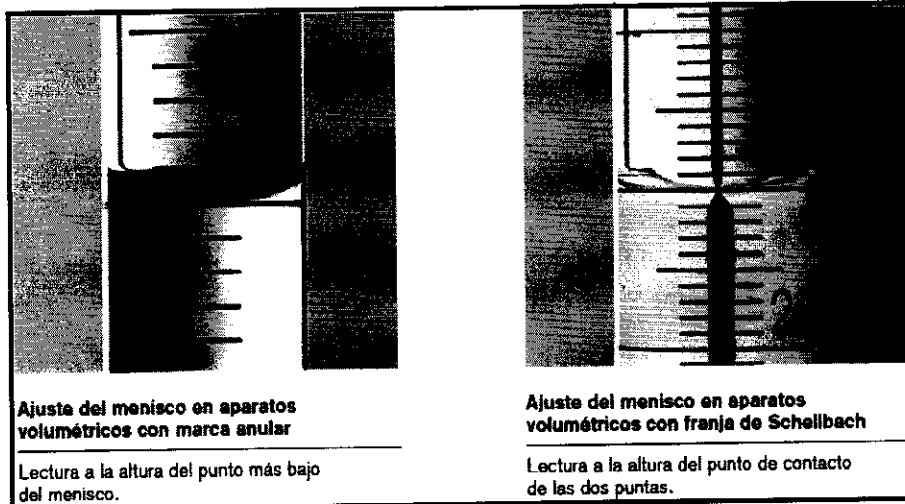
Anexo N°1 CONTROL DE APARATOS VOLUMETRICOS FACTOR "Z" (ml/g)

Temperatura de control	Gama de presión atmosférica inferior		Gama de presión atmosférica media		Gama de presión atmosférica superior	
	980 a 1000 hPa		1000 a 1020 hPa		1020 a 1040 hPa	
	Boro 3.3	AR-GLAS®	Boro 3.3	AR-GLAS®	Boro 3.3	AR-GLAS®
°C	Z (ml/g)	Z (ml/g)	Z (ml/g)	Z (ml/g)	Z (ml/g)	Z (ml/g)
15	1.00200	1.00208	1.00202	1.00211	1.00204	1.00213
15.5	1.00207	1.00215	1.00209	1.00217	1.00211	1.00219
16	1.00214	1.00221	1.00216	1.00223	1.00218	1.00225
16.5	1.00222	1.00228	1.00224	1.00230	1.00226	1.00232
17	1.00230	1.00235	1.00232	1.00237	1.00234	1.00239
17.5	1.00238	1.00242	1.00240	1.00245	1.00242	1.00247
18	1.00246	1.00250	1.00248	1.00252	1.00251	1.00254
18.5	1.00255	1.00258	1.00257	1.00260	1.00260	1.00262
19	1.00264	1.00266	1.00266	1.00268	1.00268	1.00270
19.5	1.00274	1.00275	1.00276	1.00277	1.00278	1.00279
20	1.00283	1.00283	1.00285	1.00285	1.00287	1.00287
20.5	1.00293	1.00292	1.00295	1.00294	1.00297	1.00296
21	1.00303	1.00301	1.00305	1.00303	1.00307	1.00305
21.5	1.00313	1.00311	1.00316	1.00313	1.00318	1.00315
22	1.00321	1.00318	1.00323	1.00320	1.00325	1.00322
22.5	1.00335	1.00331	1.00337	1.00333	1.00339	1.00335
23	1.00346	1.00341	1.00348	1.00343	1.00350	1.00345
23.5	1.00358	1.00352	1.00360	1.00354	1.00362	1.00356
24	1.00369	1.00362	1.00371	1.00364	1.00373	1.00366
24.5	1.00381	1.00373	1.00383	1.00375	1.00385	1.00377
25	1.00393	1.00384	1.00395	1.00386	1.00397	1.00389
25.5	1.00405	1.00396	1.00408	1.00398	1.00410	1.00400
26	1.00418	1.00408	1.00420	1.00410	1.00422	1.00412
26.5	1.00431	1.00420	1.00433	1.00422	1.00435	1.00424
27	1.00444	1.00432	1.00446	1.00434	1.00448	1.00436
27.5	1.00457	1.00444	1.00459	1.00447	1.00461	1.00449
28	1.00471	1.00457	1.00473	1.00459	1.00475	1.00461
28.5	1.00485	1.00470	1.00487	1.00472	1.00489	1.00474
29	1.00499	1.00483	1.00501	1.00485	1.00503	1.00487
29.5	1.00513	1.00497	1.00515	1.00499	1.00517	1.00501
30	1.00527	1.00510	1.00529	1.00512	1.00531	1.00514




	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-007
	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 6 de 6

Anexo N° 2 AJUSTE DEL MENISCO EN APARATOS VOLUMETRICOS



Aprobado por : Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-008 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL	Página : 1 de 5

1. Finalidad.

El presente procedimiento tiene como objetivo normar las acciones a seguir para la elaboración e interpretación de las cartas de control.

2. Alcance.

Es aplicable a los procedimientos de los ensayos analíticos.

3. Documentos a consultar / Base legal.

3.1 Certificados de los Materiales de Referencia Certificados-MRC.

3.2 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. Requisitos.

No aplica.

5. Responsabilidades.

5.1 El Director de Laboratorios es responsable de revisar y aprobar el presente procedimiento

5.2 El Responsable del Laboratorio verificará el cumplimiento y la ejecución del presente procedimiento.

5.3 Los Analistas de Laboratorio de Química son los encargados de la elaboración de las gráficas de control

5.4 El Coordinador de Calidad es responsable de elaborar, controlar y mantener el presente procedimiento.

6. Etapas de procedimiento.


6.1 Elaboración de las gráficas de Control

6.1.1 Los datos se encuentran en los certificados de análisis de cada Material de Referencia

Certificado (MCR). Por ejemplo:

MCR	Elemento	Media \bar{X}	Unidad	1 Desviación Estándar (s)
BHVO-2	Al	7.16	%	± 0.08
BHVO-2	Fe	8.63	%	± 0.14
BHVO-2	Ca	8.17	%	± 0.12
AGV-2	Mg	1.08	%	± 0.02



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-008
	ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 2 de 5

6.1.2 Determinación de los límites de control.

$$LC = \bar{X} \pm 3S \quad \text{y} \quad LA = \bar{X} \pm 2S$$

$$LCs = \bar{X} + 3S \quad \text{y} \quad LA_s = \bar{X} + 2S$$

$$LCi = \bar{X} - 3S \quad \text{y} \quad LA_i = \bar{X} - 2S$$

Donde:

LCs = Límite de control superior.

LCi = Límite de control inferior.

\bar{X} = Media

LA_s = Límite de advertencia superior.

LA_i = Límite de advertencia inferior.

S = Desviación estándar.

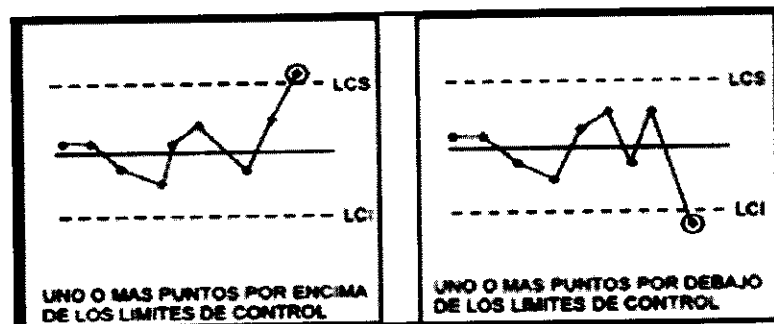
6.2 Graficando en las Cartillas de Control.


Luego de realizar los cálculos de los límites de control y de advertencia se procede a elaborar la gráfica de control en Excel. Todos los datos que se obtengan deben ser registrados así como la fecha y el personal responsable. Los datos se pueden graficar electrónicamente y/o manualmente. Figura 1

6.3 Interpretación de las Gráficas de Control.

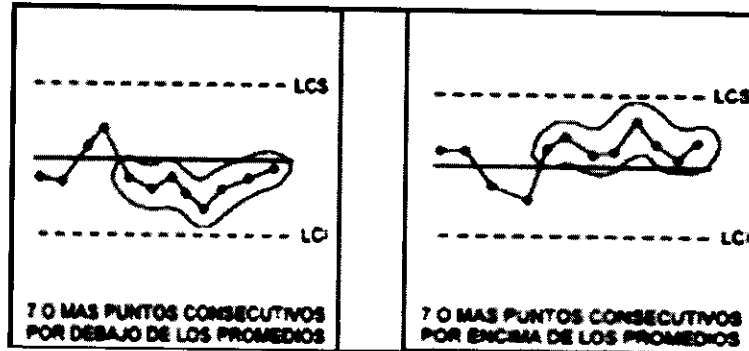
Se considera que el proceso se encuentra fuera de control o que ha cambiado significativamente, cuando se observe lo siguiente:

6.4 Uno o más puntos por encima o por debajo de los límites de control.

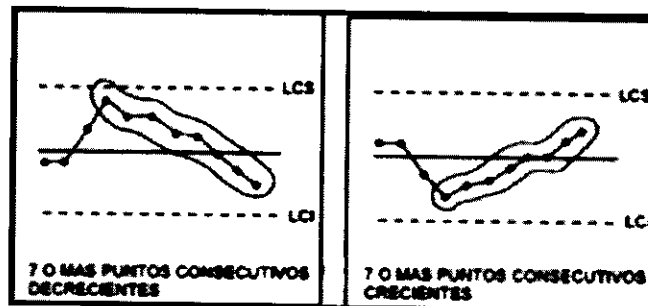


	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-008 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL	Página : 3 de 5

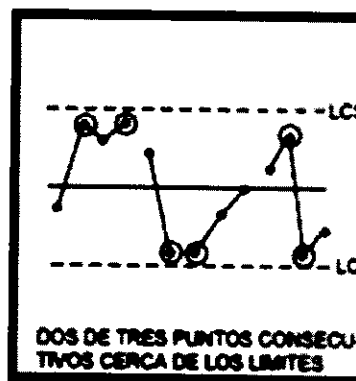
6.5 Siete o más puntos consecutivos por encima o por debajo de los promedios.



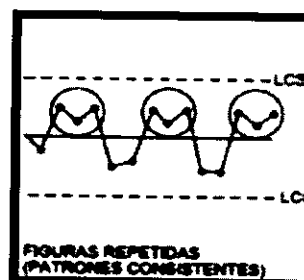
6.6 Siete o más puntos consecutivos de tendencia creciente y decreciente.




6.7 Dos o tres puntos consecutivos cerca de los límites.



6.8 Catorce puntos consecutivos alternando arriba o abajo: fenómeno cíclico o series Temporales.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-008
	ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL	Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016 Página : 4 de 5

En caso se obtenga uno de los pasos citados anteriormente se debe consignar en el registro de No Conformes para tomar las acciones inmediatas y/o correctivas.

7. **Instrucciones.**
No aplica.

8. **Duración.**
No aplica.

9. **Diagramación.**
No aplica.

10. **Registros.**

10.1 DL-F-221 Formato de graficas de control.

11. **Glosario de términos.**

11.1 **Gráficos de control:** Ayudan en la detección de patrones no naturales de variación en los datos resultantes de los procesos repetitivos y suministran criterios para detectar una falta de control estadístico. Los límites de control en los gráficos de Stewart están a una distancia de 3σ a cada lado de la línea central, σ es la desviación estándar de la población dentro del subgrupo para el subgrupo que se está representando.

11.2 **Materiales de Referencia Certificados:** Un Material de Referencia Certificado se define como un producto de origen natural caracterizado mediante un procedimiento metrológicamente válido para una o más propiedades especificadas, acompañado por un certificado que indica los valores de la propiedad especificada, su incertidumbre asociada y una definición de su trazabilidad metrológica

11.3 **Valor Medio:** Valor dado en el certificado del material de referencia usado en las pruebas analíticas.

11.4 **Límite de control superior:** Valor expresado por **+3S** en las gráficas de Stewart

11.5 **Límite de control inferior:** Valor expresado por **-3S** en las gráficas de Stewart


11.6 **Límite de advertencia superior:** Valor expresado por **+2S** en las gráficas de Stewart.

11.7 **Límite de advertencia inferior:** Valor expresado por **-2S** en las gráficas de Stewart.

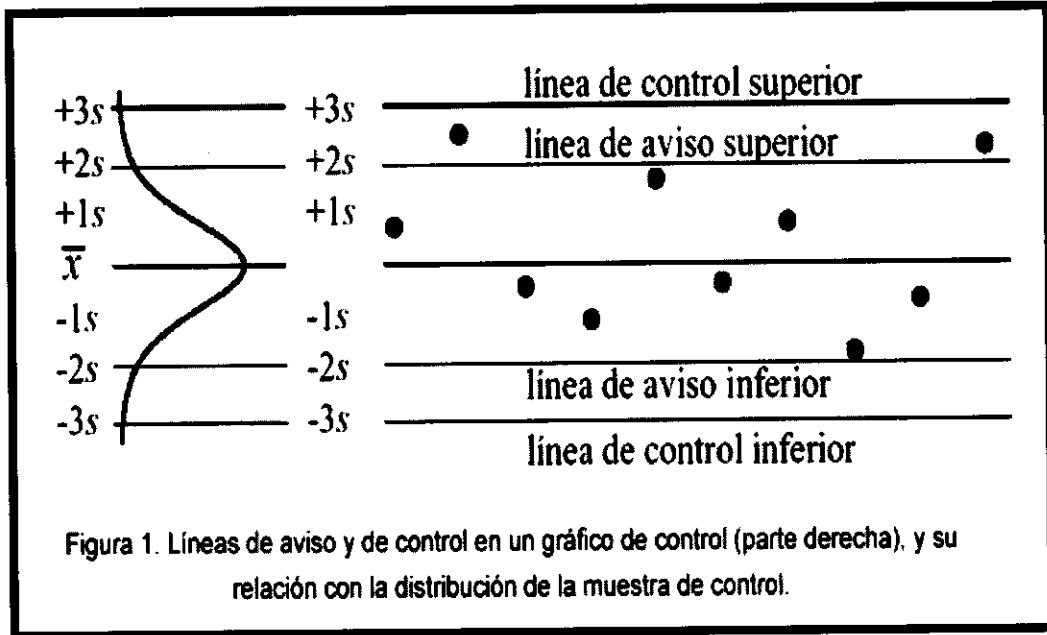
12. **Anexos.**

12.1 Anexo N° 1 Líneas de aviso y de control en un gráfico de control




	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-008 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL	Página : 5 de 5

Anexo N° 1 Líneas de aviso y de control en un gráfico de control



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-009 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PERSONAL	Página : 1 de 5

1. FINALIDAD

Definir la metodología a seguir para asegurar la competencia técnica del personal que labora en la Dirección de Laboratorios, mediante la capacitación, entrenamiento y la evaluación de la competencia técnica del personal para brindar un servicio de calidad, satisfaciendo los requisitos de los clientes.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica al personal de la Dirección de Laboratorios.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR/ BASE LEGAL

- 3.1 Norma internacional ISO/IEC 17025.
- 3.2 SNA-acr-06D Directriz para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración.
- 3.3 UP-P-006 Selección e inducción de personal
- 3.4 UP-P-005 Evaluación de desempeño y capacitación.
- 3.5 UP-I-001 Selección de practicantes tesisistas.
- 3.6 UP-I-002 Convocatoria y selección de contratos administrativos de servicios (CAS).
- 3.7 UP-I-003 Selección de practicantes.
- 3.8 Informe de pruebas interlaboratorios.
- 3.9 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Director de Laboratorios es el responsable de revisar y aprobar el presente procedimiento.
- 5.2 El Personal de la Dirección de Laboratorios-Laboratorio de química deben cumplir el presente procedimiento de inducción, capacitación, entrenamiento y evaluación de la competencia técnica.
- 5.3 Los Responsables de los Laboratorios (Química, Teledetección, Preparación de muestras, Rayos X y Petromineralogía) deberán efectuar el control y cumplimiento del presente procedimiento.

6. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO


El personal de la dirección de laboratorios cumple los siguientes puntos a detallar, de los cuales los puntos 6.5, 6.6 y 6.7 Evaluación y autorización para demostrar la competencia técnica son exclusivos para el Laboratorio de Química.

6.1 Requerimiento de personal

El responsable de cada Laboratorio, solicitará a la Dirección de Laboratorios, mediante un informe, el requerimiento de personal según las necesidades evaluadas.

El Director del Laboratorios, enviará el formato UP-F-019 Requerimiento de personal, al Jefe de la Unidad de Personal, para realizar el reclutamiento y selección de personal,



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-009 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PERSONAL	Página : 2 de 5

de acuerdo a lo establecido en el procedimiento UP-P-006 Selección e Inducción de Personal.

6.2 Selección y evaluación del personal

La Unidad de Personal, selecciona y evalúa, dependiendo del tipo de contrato:

- Para personal CAS, se realiza a través del Instructivo UP-I-002 Convocatoria y selección de Contratos Administrativos de Servicios.
- Para la selección de practicantes se realizará a través del instructivo UP-I-003 Selección de Practicantes.
- Para el caso de contratación de selección de tesis se realizará a través del instructivo UP-I-001 Selección de Practicantes Tesis.

Una vez que el personal haya sido evaluado y seleccionado, la Unidad de Personal realizará una inducción de los lineamientos institucionales, así como las políticas y objetivos de calidad, según el procedimiento UP-P-006 Selección e Inducción de Personal.

La Unidad de Personal, es la responsable de conducir al personal seleccionado al área que corresponda.

6.3 Inducción de Personal

Al iniciar las actividades laborales, los coordinadores de calidad de la Dirección de Laboratorios, efectuarán la inducción al personal nuevo, sobre temas inherentes al Sistema de Gestión de la Calidad, y los Responsables de los Laboratorios (Química, Teledetección, Preparación de muestras, Rayos X y Petromineralogía) o a la persona que ellos designen, iniciarán con la inducción en las actividades que se realizarán en los Laboratorios de forma general.

Se registrarán las actividades de inducción en el formato DL-F-052 Inducción al Personal de Laboratorios.

El Director de Laboratorios, enviará a la Unidad de Personal, el registro DL-F-052 Inducción al Personal de Laboratorios para el legajo del personal y se mantendrá una copia en la Secretaría de la Dirección de Laboratorios.

6.4 Entrenamiento del personal


Todo el personal que realiza actividades y puede afectar en la calidad de los resultados deberá realizar un entrenamiento cuyas actividades se registrarán en el formato DL-F-016 Registro de Entrenamiento.

El personal ingresante al iniciar sus actividades deberá contar con su Registro de Entrenamiento.

La programación, desarrollo y seguimiento de las actividades a realizarse en el entrenamiento, estará a cargo del Responsable de Laboratorio.

Las reevaluaciones del entrenamiento, se realizarán al menos una (01) vez al año para verificar que mantiene la competencia técnica.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-009 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PERSONAL	Página : 3 de 5

6.5 Evaluación de desempeño

El Director de Laboratorios, realiza la evaluación de desempeño, según el Procedimiento UP-P-005 Evaluación de desempeño y capacitación, debiendo registrar de manera objetiva, en el formato UP-F-018 Evaluación de desempeño, el cual posteriormente es remitido a la Unidad de Personal.

A partir de la evaluación de desempeño se identificarán las necesidades de formación y capacitación del personal, las cuales serán documentadas en el formato UP-F-012 Diagnóstico de necesidades de capacitación (DNC) de ser caso también se consideran aquellas solicitadas bajo el formato UP-F-166 Requerimiento de necesidades de capacitación no programadas o (Ex-plan)

6.6 Capacitación del Personal

La Unidad de Personal es la encargada de ejecutar los programas de capacitación para el Personal de los Laboratorios, los cuales pueden ser internos o externos.

Las necesidades de capacitación se identifican de acuerdo a la evaluación de desempeño, resultados de la competencia técnica del personal, registros de entrenamiento, incorporación de nuevos equipos instrumentales, innovación tecnológica y nuevos requerimientos por parte de los clientes.

Finalizada la capacitación, el personal presentará un informe incluyendo: datos de actividad de capacitación, contenido del curso, aplicación en el puesto de trabajo, conclusiones y recomendaciones, que será visado por el responsable de cada laboratorio y remitido a la Unidad de Personal, para evaluar el cumplimiento de objetivos de la capacitación.

El Responsable de cada Laboratorio, realizará la medición de la eficacia de las capacitaciones, a través del formato DL-F-043 Evaluación eficacia de capacitación. Posteriormente hará llegar a la Unidad de Personal el registro para el legajo de personal; la Dirección de Laboratorios se queda con una copia.

En caso de no evidenciarse la eficacia de la capacitación, aplicar una Acción Correctiva, de acuerdo al Procedimiento de Acciones Correctivas/Preventivas SGC-P-007.

6.7 Evaluación de competencia técnica y Autorización de personal

Este ítem, solo aplica al personal de Laboratorio de Química.


El Responsable del Laboratorio de Química, es el encargado de realizar esta evaluación, según el formato DL-F-042 Evaluación de la Competencia técnica de Personal.

Se realiza la evaluación de la competencia técnica para autorizar en: ejecución de los métodos de ensayo parcial o total, operar equipos específicos, evaluación de resultados y la firma de los Informes de Ensayo.

La evaluación de la competencia técnica, se realiza de acuerdo a los siguientes criterios:

- Resultados de los registros de entrenamiento, que evidencie el entrenamiento del analista para la ejecución de los métodos de ensayo.
- Participación satisfactoria en ensayos intralaboratorios.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-009 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PERSONAL	Página : 4 de 5

- Aseguramiento de la calidad
- Participación en implementación de los métodos de ensayo.
- Participación en la validación de los métodos de ensayo.

Los resultados obtenidos son evaluados estadísticamente, luego de demostrarse que fueron satisfactorios, el Responsable del Laboratorio otorga la autorización, según formato DL-F-022 Autorización para la ejecución de métodos de ensayo, dicho registro son firmados tanto por el analista evaluado y el responsable de la evaluación.

La autorización también se otorga al personal que presenta experiencia en la ejecución de los métodos de ensayo, operación de equipos específicos, evaluación de resultados y firma de los informes de ensayo, respectivamente.

6.7.1 Re-evaluación de competencia técnica

El personal deberá ser re-evaluado una vez por año para evidenciar su competencia técnica, según el formato DL-F-042 Evaluación de la Competencia técnica de Personal. En caso de evidenciarse un sesgo en los resultados de los ensayos se suspenderá la autorización en el método de ensayo evaluado.

El Responsable del Laboratorio, realizará nuevamente el entrenamiento en todas aquellas actividades que no resultaron satisfactorios.

Luego de cumplir el entrenamiento, se evalúa los resultados, según el formato DL-F-042 Evaluación de la Competencia técnica de Personal para otorgarle nuevamente la autorización, según formato DL-F-022 Autorización para la ejecución de métodos de ensayo.

7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACION

No aplica.

9. DIAGRAMACION


No aplica.

10. REGISTROS

Los registros generados como consecuencia de la aplicación del presente procedimiento son los siguientes:

- 10.1 DL-F-052 Inducción al personal de Laboratorio
- 10.2 UP-F-019 Requerimiento de personal
- 10.3 DL-F-016 Registro de entrenamiento
- 10.4 UP-F-012 Diagnóstico de necesidades de capacitación (DNC)
- 10.5 UP-F-017 Control de asistencia
- 10.6 UP-F-018 Evaluación de desempeño
- 10.7 DL-F-022 Autorización para la ejecución de métodos de ensayo



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-009 Versión : 01 Fecha aprob: 05/05/2016
	INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PERSONAL	Página : 5 de 5

- 10.8 DL-F-042 Evaluación de la Competencia técnica del Personal
- 10.9 DL-F-043 Evaluación eficacia de capacitación

11. GLOSARIO DE TERMINOS


- 11.1 **Capacitación:** Consiste en la difusión sistemática de conocimientos específicos.
- 11.2 **Entrenamiento:** Capacitación práctica sobre un tema específico.
- 11.3 **Competencia:** Atributos personales y aptitud demostrados para aplicar conocimientos y habilidades.
- 11.4 **Inducción:** difusión de la cultura organizacional, de los aspectos fundamentales del sistema de gestión y de las normas básicas necesarias que una persona que ingresa a una organización debe conocer para poder desenvolverse al interior de la misma. Esta definición incluye a terceros, contratistas y visitantes.
- 11.5 **Eficacia:** Grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

12. ANEXOS

No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 1 de 19

1. FINALIDAD

Definir el proceso y las medidas a adoptar en los laboratorios de la Dirección de Laboratorios para la recepción, manipulación, protección, almacenamiento, retención y disposición final de las muestras, de manera que se asegure su integridad y conservación durante las diferentes fases del proceso.

2. ALCANCE

Aplica a todas las muestras que ingresan a los laboratorios de la Dirección de Laboratorios, dentro del cual comprende al Laboratorio de Química, Laboratorio de Difracción de Rayos X, Laboratorio de Petromineralogía, Laboratorio de Preparación de Muestras y *Laboratorio de Teledetección*, desde el momento de su recepción hasta su devolución o disposición final.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR /BASE LEGAL

- 3.1 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.2 Method 200.7 Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.
- 3.3 Method 200.8 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma - mass spectrometry.
- 3.4 Method 300.0 Determination of inorganic anions by ion chromatography.
- 3.5 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B. 2012; 22nd Ed. -Alkalinity Titration Method.
- 3.6 *Métodos Analíticos para espectrometría de Absorción atómica-Perkin Elmer F. Tindall*
- 3.7 *NTP 311.149:1975 Rev: 2017 Azufre. Determinación de la Humedad.*
- 3.8 *NTP 339.177:2002 Rev: 2015.Suelos.Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea*
- 3.9 *NTP339.178:2002 Rev: 2015. SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.*
- 3.10 *DL-M-008 Manual de uso del espectrorradiómetro FieldSpec 4 Hi-Res*


4. REQUISITOS

No aplica

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Director de Laboratorios es responsable de la aprobación del presente procedimiento.
- 5.2 Los Responsables de cada laboratorio deben revisar el procedimiento antes de su aprobación.
- 5.3 Los *Responsables de los laboratorios* y Coordinadores de Calidad de la Dirección de Laboratorios son responsables de la elaboración, distribución, control y verificación del cumplimiento del presente procedimiento.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 2 de 19

5.4 El Analista debe cumplir con los lineamientos indicados en el presente procedimiento para la manipulación de objetos de ensayo.

6. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO

6.1. LABORATORIO DE QUÍMICA

Las diferentes etapas y procesos que afectan a las muestras se agrupan en las siguientes fases:

- 6.1.1. Recepción
- 6.1.2. Identificación y registro de muestra
- 6.1.3. **Registro código interno de muestra**
- 6.1.4. Manipulación de muestras
- 6.1.5. Asignación de trabajos para la realización de ensayos
- 6.1.6. Reporte de resultados
- 6.1.7. Almacenamiento
- 6.1.8. Devolución y disposición final de las muestras

6.1.1 RECEPCIÓN

6.1.1.1. El cliente enviará en físico y vía correo electrónico a los responsables del laboratorio de química y preparación de muestras, la solicitud de análisis, utilizando los formatos DL-F-212 Solicitud para análisis geoquímico y DL-F-244 Cadena de custodia – Análisis de agua.


NOTA: Para el inicio del análisis de muestras de aguas se debe contar con la cadena de custodia, la cual debe ser ingresada según lo establecido.

6.1.1.2. Las muestras que requieran preparación mecánica **registrada según formato** DL-F-212 Solicitud para análisis geoquímico, se realizará en coordinación con los responsables del Laboratorio de Química y Área de preparación mecánica de muestras. Y aquellas que no requieran de preparación mecánica, continuarán el proceso de acuerdo a lo indicado en el ítem 6.1.1.3.

6.1.1.3. Concluida la etapa de Preparación mecánica, las muestras serán recepcionadas por el Responsable del Laboratorio de Química y/o asistente quién(es) verificará(n) las condiciones de la muestra (peso, hermeticidad, estado de conservación y codificación) a fin de comprobar el cumplimiento de los parámetros descritos en las Tabla N° 1 y Tabla N° 2, criterios para la aceptación de muestras de **aguas y minerales** al laboratorio del INGEMMET, **respectivamente**.

Si las muestras no cumplen los requisitos mínimos para los análisis químicos se procederá a registrar una **salida** no conforme y serán devueltas al Laboratorio de Preparación de muestras para su rectificación. **De existir** reincidencia de hasta 04 veces de una salida no conforme del mismo tipo y forma, se procederá a registrar una SAC, según el procedimiento SGC-P-008 **Salidas No Conformes**.



 INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 3 de 19

N°	PARÁMETRO ANÁLISIS	METODOLOGÍA ANÁLISIS	ANALITOS	LUGAR DE ANÁLISIS	TIPO DE RECIPIENTE	VOLUMEN MÍNIMO DE MUESTRA (mL)	TÉCNICA DE PRESERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE CONSERVACIÓN/RECOMENDADO/OBLIGATORIO
1	ALCALINIDAD TOTAL	VOLUMETRICO. TITRIMETRICO, pH 4.5, SM 2320-B	ALCALINIDAD DE CARBONATO/CARBONATO	LABORATORIO	P, G(B)	250	REFRIGERACIÓN 0-6°C	24 HORAS [1] [2] 14 días [2]
2	ANIONES	EPA Method 300.0 / DETERMINATION OF INORGANIC ANIONS BY ION CHROMATOGRAPHY	(Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Nitrito, Sulfato, Bromuro*, fosfato*)	LABORATORIO	P, G(B)	250	REFRIGERACIÓN 0-6°C	24 HORAS [1] 28 días/28 días [2]
3	METALES TOTALES ICP-MS/ICP-OES	DIGESTIÓN EPA Method 200.7/ EPA Method 200.8	Na, Mg, K, Ca, Sr, Li, SiO ₂ , Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, La, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Sb, Se, Sn, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn	LABORATORIO	P(A), G(A)	250	ADICIÓN HNO ₃ (1:1) HASTA PH < 2,	1 MES [1] 6 MESES/6 MESES [2]
4	METALES DISUELTOS ICP-MS/ICP-OES	EPA Method 200.7/ EPA Method 200.8	Na, Mg, K, Ca, Sr, Li, SiO ₂ , Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, La, Mn, Mo, Ni, Pb, S, Sb, Se, Sn, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn, Rb*, Cs*	LABORATORIO	P(A), G(A)	250	FILTRADO CON UNA MEMBRANA 0.45um y ADICIÓN HNO ₃ (1:1) HASTA PH < 2.	1 MES [1] 6 MESES/6 MESES [2]

* A solicitud del cliente dependiendo del tipo de muestras.

P=PLÁSTICO (POLIETILENO); G=VIDRIO; G(A)=FA; ENJUAGADO HNO₃ 1:1; G(B)=VIDRIO BOROSILICADO; REFRIGERACIÓN A 4°C ± 2°C, EN OSCURIDAD

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY): USEPA-8000/4-79, 1983.

SM (STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER), 22 EDITION, 2012.

[1] ISO 5687-3:1994

[2] STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20TH EDITION

Tabla N° 1. Criterios para la aceptación de muestras de aguas al Laboratorio del INGEMMET

PARAMETRO ANÁLISIS	METODOLOGÍA ANÁLISIS	LUGAR DE ANÁLISIS	TIPO DE RECIPIENTE	PESO MÍNIMO DE MUESTRA (g)	TÉCNICA DE PRESERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO TRANSPORTE DESDE SU RECOLECCIÓN AL LABORATORIO
ROCAS Y SEDIMENTOS ICP-OES/ ICP-MS	DIGESTIÓN DETERMINACIÓN DE ROCA TOTAL (14 ELEMENTOS) DIGESTIÓN MULTIAJADA Y FUSIÓN BORATO DE LITIO	LABORATORIO	P(A)	150	condiciones ambientales (temperatura 15-30 °C y humedad relativa de 20-80%)	No aplica
ROCAS Y SEDIMENTOS ICP-OES/ICP-MS	DIGESTIÓN DETERMINACIÓN DE ROCA TOTAL (14 ELEMENTOS) DIGESTIÓN MULTIAJADA	LABORATORIO	P(A)	150	condiciones ambientales (temperatura 15-30 °C y humedad relativa de 20-80%)	No aplica
ROCAS Y SEDIMENTOS ICP-OES/ICP-MS	DIGESTIÓN DETERMINACIÓN DE MERCURIO	LABORATORIO	P(A)	150	condiciones ambientales (temperatura 15-30 °C y humedad relativa de 20-80%)	No aplica
ROCAS Y SEDIMENTOS ICP-OES/ICP-MS	DIGESTIÓN DETERMINACIÓN DE POLIMETALICOS	LABORATORIO	P(A)	150	condiciones ambientales (temperatura 15-30 °C y humedad relativa de 20-80%)	No aplica
ROCAS Y SEDIMENTOS ICP-OES/ICP-MS	DIGESTIÓN DETERMINACIÓN TIERRAS RARAS FUSIÓN BORATO DE LITIO	LABORATORIO	P(A)	150	condiciones ambientales (temperatura 15-30 °C y humedad relativa de 20-80%)	No aplica
FA/AAS	DIGESTIÓN DETERMINACIÓN DE ORO	LABORATORIO	P(A)	150	condiciones ambientales (temperatura 15-30 °C y humedad relativa de 20-80%)	No aplica


P=PLÁSTICO (POLIETILENO)

Tabla N° 2. Criterios para la aceptación de muestras de minerales al Laboratorio del INGEMMET

6.1.1.4. Si la muestra no es idónea para el ensayo solicitado, según lo estipulado, se registrará en el formato DL-F-041 Instrucción de análisis, las observaciones correspondientes de acuerdo al tipo de muestra.

- Para muestras minerales, se procederá a devolver al laboratorio de preparación mecánica de muestras para su corrección. Si fuera necesario se tomarán fotos del estado de las muestras rechazadas.
- Para muestras de aguas, se informará al cliente antes de empezar con el ensayo para su aprobación vía correo electrónico e iniciar el análisis según lo acordado.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 4 de 19

6.1.2 IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE MUESTRA

6.1.2.1 Al recibir las muestras en el Laboratorio de Química se les asignará un código único interno el cual estará vinculado al número de instrucción de análisis y tipo de muestra. A continuación se describe la codificación interna de laboratorio:

Tipo de muestra – Dirección solicitante y Número de Solicitud – Número de muestra

Ejemplo: R-RM081-001

Dónde:

R: Es el tipo de muestra (Roca), para lo cual se emplea la siguiente codificación:

A: Agua	M: Mena	CE: Cenizas
R: Roca	RE: Relave	PO: Pómez
S: Sedimento	MP: Material precipitado	LA: Lavas

RM: Es la Dirección solicitante (DRME), empleando la siguiente codificación:

GA: DGAR RM: DRME EX: Externo
 GR: DGR DL: DL

081: Es el número de solicitud (081)

001: Es el número correlativo de muestra (001)

6.1.3 REGISTRO CÓDIGO INTERNO DE MUESTRA

Es el formato *Instrucción de análisis* DL-F-041, documento en el cual se indicarán los códigos internos de muestra, código de solicitud y métodos a utilizarse en el análisis de las muestras.


Para la codificación de las instrucciones de análisis, se utilizarán los códigos que se generan en el SIL con la finalidad de obtener una rápida trazabilidad de las muestras, si se requiere.

6.1.4 MANIPULACIÓN DE MUESTRAS

6.1.4.1. Las muestras serán transportadas desde la recepción de muestras hasta el momento de su almacenamiento, adoptando las medidas necesarias para asegurar su integridad y conservación, según lo indicado como técnica de preservación en la Tabla N° 3.

6.1.4.2. En el caso de llegar a la conclusión que la muestra no es idónea para el *método* de ensayo solicitado se *consultará* con el cliente antes de continuar el proceso. El laboratorio *efectuará dicho* ensayo en común acuerdo con el cliente y el Informe final *se emitirá con la* nota de observación "resultados referenciales"



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 5 de 19

Si el método empleado está acreditado en base a la norma ISO/ IEC 17025:2005, el informe de ensayo se emitirá sin el logo del INACAL, de acuerdo a lo estipulado en el reglamento para el uso del símbolo de acreditación del INACAL, y con la misma nota de observación "resultados referenciales".

6.1.5 ASIGNACIÓN DE TRABAJOS PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS

6.1.5.1 El responsable de Laboratorio realiza la distribución de trabajos para el proceso de análisis de muestras, teniendo en cuenta los siguientes criterios: nivel de autorización de personal y carga de trabajo. La distribución de los trabajos se registrará en el DL-F-041 Instrucción de análisis indicando el nombre del personal, fecha y firma.

6.1.5.2 La fecha de programación de la emisión de los Informes de ensayo se registran en el Formato DL-F-200 Control y seguimiento de procesos del laboratorio de química analítica".

6.1.6 REPORTE DE RESULTADOS

6.1.6.1. El analista que ejecuta los ensayos, registra los datos en hojas de cálculo en físico y virtual, según el método desarrollado:

DL-F-201 "Informe de ensayo sedimentos digestión multiácida"

DL-F-202 "Informe de ensayo sedimentos digestión agua regia"

DL-F-203 "Informe de ensayo - Análisis de oro"

DL-F-204 "Informe de ensayos polimetálicos"

DL-F-227 "Informe de ensayos roca total (18 elementos)"

DL-F-228 "Informe de ensayos roca total (32 elementos)"

DL-F-239 "Informe de ensayo - Análisis de mercurio"

DL-F-005 "Informe de ensayo - Fusión borato de litio ICP-MS"

DL-F-245 "Informe de ensayo - Muestras de agua"

DL-F-224 "Determinación de Hierro por volumetría"


DL-F-045 "Determinación de Alcalinidad Total en muestras de agua"

DL-F-028 "Determinación de azufre por el método gravimétrico en muestras de yeso"

DL-F-211 "*Deteminación de LOI por temogravimetría*"

6.1.6.2. Los reportes de ensayo, **data de lecturas, trazabilidad** y controles de calidad serán ubicados en la carpeta del disco W:\\LQ\LQ-Compartido\Compartido-LQ\Geoquímicos y/o Aguas/*seguido del año en curso* debiéndose comunicar la finalización de (los) Informe(s) de ensayo al Responsable del Laboratorio de Química por correo electrónico **para correspondiente evaluación, revisión y V°B°**.

6.1.6.3. **Para el Informe de ensayo de aguas, El responsable de Laboratorios emitirá un reporte en versión digital preliminar, otorgando un plazo máximo de 1 semana a los clientes solicitantes para emitir su conformidad, transcurrido dicho plazo se dará por conforme el análisis realizado.**

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 6 de 19

6.1.6.4. El Responsable del Laboratorio de Química finalizada la evaluación **y revisión** hará entrega del Informe de Ensayo **físico con** carátula **respectiva** al personal autorizado para su emisión **al cliente solicitante**.

6.1.7 ALMACENAMIENTO

6.1.7.1 Las muestras analizadas, serán almacenadas por un tiempo de custodia de acuerdo a lo establecido según el tipo de muestra, indicado en la Tabla N° 3.

6.1.7.2 Las muestras serán identificadas por número de solicitud y almacenadas en dos zonas o lugares claramente definidos::

- Zona de muestras "Aceptadas para Ensayo"
- Zona de muestras "Ensayadas"

6.1.7.3 Las contra muestras son almacenadas de acuerdo a su perecibilidad, según se detalla en la Tabla N° 3.

6.1.7.4 El tiempo de custodia de las muestras será contado a partir de la fecha de emisión de resultado por parte del laboratorio, vencido el tiempo de custodia se procederá según se indica en la Tabla N° 3.

PRODUCTO	TIEMPO DE CUSTODIA	TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN	DISPOSICION FINAL
Aguas para ensayos físico-químicos y metales	30 días	0°C a 6 ° C	Eliminación
Muestras minerales: Rocas, suelos, sedimentos y lodos	2 meses	15 °C a 30 °C	Devolución

Tabla N° 3. Tiempo de almacenamiento de muestras de aguas y minerales.

6.1.7.5 No se guardarán contra muestras de las muestras perecibles.


6.1.8 DEVOLUCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE MUESTRAS

6.1.8.1 La disposición final de muestras ensayadas, luego del periodo de almacenamiento indicado en la Tabla N° 3 "Tiempos de almacenamiento de muestras de aguas y minerales", se realizará según el tipo de muestra:

a. Muestras de aguas

El personal asignado del Laboratorio de Química, procederá a verificar la fecha de emisión del informe de ensayo, cumplido el tiempo de custodia se procederá a **identificar** y seleccionar el número de instrucción de análisis y/o solicitud y se procederá a coleccionar el



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 7 de 19

contenido de las muestras. Se retirará la etiqueta con la información, se enjuagará los envases vacíos y se procederá **a su descarte**.

b. Muestras de rocas y sedimentos

El personal asignado del Laboratorio de Química, procederá a verificar la fecha de emisión del informe de ensayo **y número de solicitud en el Formato – Registro DL-F-200 Control y seguimiento de procesos del Laboratorio de Química Analítica**, cumplido el tiempo de custodia se procederá a devolver al **cliente solicitante** las muestras **analizadas** almacenadas en el laboratorio de química **y se registrará de acuerdo** a lo indicado el formato DL-F-050 Disposición final de muestras asimismo se llevará un control en el cuaderno de cargo.

6.2. LABORATORIO DE RAYOS X

Las diferentes etapas y procesos que afectan a las muestras se agrupan en las siguientes fases:

- 6.2.1. Recepción.
- 6.2.2. Asignación de trabajos para la realización del análisis
- 6.2.3. Reporte de resultados
- 6.2.4. Almacenamiento
- 6.2.5. Devolución y disposición final de las muestras

6.2.1. RECEPCIÓN


6.2.1.1. El responsable del Laboratorio de Rayos X o encargado del proceso recibe el formato de solicitud DL-F-161 "Solicitud para Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X", y comunicará vía correo electrónico al solicitante sobre la recepción de dicha solicitud, a fin de que entregue las muestras al laboratorio.

6.2.1.2. El cliente entrega las muestras y firma el formato DL-F-161, como constancia de la entrega.

6.2.1.3. De requerir preparación previa, serán entregadas al Laboratorio de Preparación de Muestras- Área de Preparación Mecánica, con copia de la solicitud a fin de que se verifique con las muestras físicas, firmando el formato DL-F-161. De encontrarse conforme, el responsable del Laboratorio de Preparación de Muestras visará la solicitud para proceder con el servicio respectivo, caso contrario, el Laboratorio de Rayos X procederá a registrar la Salida No Conforme y devolver la solicitud al cliente.

6.2.1.4. De no requerir preparación o requerir preparación especial, las muestras serán verificadas de acuerdo a lo indicado en el Instructivo DL-I-014 o DL-I-043, por el encargado del proceso con la solicitud (formato DL-F-161), las cuales serán colocadas en organizadores de plástico ubicados en la mesa de trabajo del Laboratorio de Rayos X, para su posterior



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 8 de 19

análisis; de no encontrarse conformes la muestras con la solicitud, el Laboratorio de Rayos X procederá a registrar la Salida No Conforme y devolver la solicitud al cliente.

6.2.1.5. *El Área de Preparación Mecánica entregará las muestras procesadas al Laboratorio de Rayos X, para su recepción. El personal del Laboratorio de Rayos X, verificará el cumplimiento de las condiciones de la muestra de acuerdo a lo indicado en los Instructivos DL-I-014 o DL-I-043 según corresponda, para su posterior análisis, caso contrario, el Laboratorio de Rayos X procederá a devolver la solicitud al Área de Preparación Mecánica de Muestras y registrar la Salida No Conforme correspondiente.*

6.2.2. ASIGNACIÓN DE TRABAJOS PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS

6.2.2.1. El responsable de Laboratorio o personal designado realiza la distribución de trabajos para el proceso de análisis de muestras, teniendo en cuenta los siguientes criterios: nivel de autorización de personal y carga de trabajo.

6.2.2.2. La fecha de programación de la emisión de los Reportes de Resultados se registran en el Formato DL-F-036 Control de Solicitudes – Laboratorio de Rayos X.

6.2.3. REPORTE DE RESULTADOS

6.2.3.1. El analista que ejecuta el análisis, registra los datos en hojas de cálculo en físico o virtual, según el análisis desarrollado:

DL-F-164 "Reporte de Resultados de Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X"
 DL-F-034 "Reporte de Resultados de Concentración Magnética".

6.2.3.2. *El responsable del laboratorio revisará el reporte de resultados, dando el visto bueno, de estar conforme, adjuntando la caratula respectiva, emitiéndolo a la Dirección para los fines correspondientes; caso contrario, se devolverá al analista para su corrección y se registrará en el formato SGC-F-013 Control de Salidas No Conforme.*


En caso el cliente haya solicitado data y gráfica en el formato DL-F-161 los difractogramas, estos le serán remitidos vía correo electrónico. Para la verificación de entrega digital, se imprimirá el correo y se adjuntará al reporte de resultados.

6.2.3.3. *Los reportes de resultados y los difractogramas (data y gráfica), de ser el caso, serán guardados en la carpeta del disco W:\\LRX\\Control Resultados.*

6.2.4. ALMACENAMIENTO

6.2.4.1. Las muestras analizadas por la técnica de difracción de rayos x, son almacenadas en un contenedor de plástico, en bolsas debidamente rotuladas por un tiempo de custodia de 1



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 9 de 19

año después de haber emitido el reporte de Resultados, según lo indicado en el Instructivo DL-I-014 "Determinación Mineralógica de Rocas por Difracción de Rayos X".

6.2.4.2. Para las muestras perecibles no se guardan contramuestras posterior al análisis, lo cual será comunicado al cliente mediante correo electrónico.

6.2.5. DEVOLUCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE MUESTRAS

Posterior al tiempo de custodia las muestras serán devueltas al cliente solicitante, siendo esto registrado en un cuaderno de cargo, *siendo registrada la devolución en el Formato DL-F-050.*

6.3. LABORATORIO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS – ÁREA DE PREPARACIÓN MECÁNICA.

Las diferentes etapas y procesos que afectan a las muestras se agrupan en las siguientes fases:

- 6.3.1. Recepción.
- 6.3.2. Verificación.
- 6.3.3. Embolsado y etiquetado de muestra.
- 6.3.4. Entrega de muestras.
- 6.3.5. Almacenamiento.

6.3.1. RECEPCIÓN

6.3.1.1. El Responsable del Laboratorio y/o técnico especialista *encargado del Área* **repciona las muestras del cliente o Laboratorios internos, en la mesa de trabajo (área de recepción y custodia), se registra la fecha de recepción en el formato de preparación DL-F-216.**

6.3.1.2. *Las solicitudes derivadas por Laboratorios internos son registradas en el Formato de preparación DL-F-216. Las coordinaciones del servicio serán netamente entre los laboratorios.*


6.3.1.3. *Las inconformidades encontradas en el proceso de recepción se procederá según el procedimiento SGC-P-008 Salidas No Conformes*

6.3.2. VERIFICACIÓN

El técnico especialista es el encargado de *verificar* que las muestras que ingresan a la preparación se encuentren conforme a la solicitud, tengan el peso necesario, según Tabla N° 4, con el fin de obtener un resultado *confiable*.



Tipo de muestras geológicas	Peso Aproximado
Muestras polimetálicos, arcillas	1 kg

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 10 de 19

Muestra de sedimentos	5 – 6 Kg
-----------------------	----------

Tabla N° 4: Peso aproximado de las muestras.

6.3.3. Los procesos siguientes están establecidos en el Instructivo DL-I-001 Preparación Mecánica de Muestras

6.3.4. EMBOLSADO Y CODIFICADO DE LA MUESTRA

Las muestras ya pulverizadas son embolsadas y selladas con sus respectivos códigos, *Incluyendo la siguiente información:*

- El número correlativo.
- El número de la solicitud y la dirección a la cual pertenece.
- El código de muestra.

6.3.5. ENTREGA DE MUESTRAS

Las muestras son entregadas con una copia de la solicitud a las áreas correspondientes, las mismas son recibidas por la persona delegada para esta función, la cual es la encargada de verificar y llenar el formato con la información pertinente, donde conste sus datos personales, fecha de recepción y una vez este conforme firmen dicho formato:

Laboratorio de Química (Formato DL-F-212)

Laboratorio de Rayos X (Formato DL-F-161)

Clientes u otros laboratorios internos (DL-F-216)

6.3.6. ALMACENAMIENTO

La muestra de rechazo o (contramuestra) es custodiada por 30 días después de la entrega de resultados de los Laboratorios internos. Luego de este tiempo *las* muestras son devueltas al cliente.

6.4. LABORATORIO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS - ÁREA DE PETROTOMÍA.

Las diferentes etapas y procesos que afectan a las muestras se agrupan en las siguientes fases:

6.4.1. Recepción.

6.4.2. Verificación y registro de muestra.

6.4.3. Manipulación de muestras

6.4.4. Asignación de trabajos para la realización de la preparación.


6.4.5. Control de espesor y grado de pulido.

6.4.6. Almacenamiento.

6.4.7. Devolución y disposición final de las muestras.

6.4.8. Entrega de Productos.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 11 de 19

6.4.1. RECEPCIÓN

[...]

6.4.1.1. El Responsable del Laboratorio y/o el Especialista encargado del Área recibe las muestras del cliente o Laboratorios *internos, en la mesa de trabajo (área de recepción y custodia).*

6.4.1.2. Las solicitudes derivadas *por Laboratorios internos son registradas en el* Formato de preparación DL-F-216 o DL-F-160 *según corresponda. Las coordinaciones del servicio serán netamente entre los laboratorios.*

6.4.1.3. Se verifica el correcto llenado de la Solicitud así como la igualdad en cantidad y codificación con las muestras recepcionadas.

6.4.1.4. Las inconformidades encontradas en el proceso de recepción *se procederá* según el procedimiento SGC-P-008 *Salidas No Conformes.*


6.4.2. VERIFICACIÓN Y REGISTRO DE MUESTRA

6.4.2.1. El encargado de recepcionar las muestras debe verificar el correcto llenado de la Solicitud de servicio, así como las coincidencias en el número de muestras, tamaño o cantidad y codificación de las mismas.

6.4.2.2. Las muestras derivadas del Laboratorio de *Petromineralogía deben contar con formato DL-F-160* estar correctamente "marcadas" señalando las líneas de corte requeridas.

6.4.2.3. La Solicitud de servicio será registrada en el "Libro de Registro de Muestras" del Área de Petrografía, especificando la cantidad de muestras, su respectiva codificación, fecha de ingreso y el nombre del responsable de la Solicitud o Proyecto.

Producto Solicitado	Tamaño o Cantidad Mínima de la Muestra		Tamaño o Cantidad Máxima de la Muestra		Observaciones
	Roca (cm)	Material suelto (g)	Roca (cm)	Material suelto (g)	
Lamina Delgada	12x10x5	60	20x20x10	200	En caso las muestras no cumplan con el tamaño mínimo o Máximo requeridos, se evaluará si se procede con el
Lamina Delgada-Pulida	12x10x5	-	20x20x10	-	
Lámina Delgada Doblemente Pulida	12x10x5	-	20x20x10	-	

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 12 de 19

Briqueta Pulida	6x5x4	30	15x15x10	200	servicio informando al usuario.
-----------------	-------	----	----------	-----	---------------------------------

Tabla N°5: Características de muestras para procesos de Preparación

6.4.2.4. *Los productos señalados en la tabla N° 5 se encuentran descritos en los Instructivos DL-I-002 Preparación de Láminas Delgadas para Estudios Petrográfico, mineragráficos, e inclusiones fluidas y DL-I-003 Preparación de briquetas pulidas.*

6.4.3. MANIPULACIÓN DE MUESTRAS

6.4.3.1. Las muestras son transportadas desde el cliente responsable al Área de Petrotomía, estas deben estar en un contenedor con las características adecuadas para el transporte y conservación de las muestras (Rocas o Material suelto).

6.4.3.2. El uso de los Equipos de Protección Personal (EPP) asignados al proceso, son de uso obligatorio para el personal encargado de la Manipulación de las Muestras.

6.4.3.3. En el caso de llegar a la conclusión que la muestra no es idónea para el procedimiento de preparación solicitado, se deberá consultar con el cliente antes de continuar con el proceso. El Área sólo llevará a cabo el proceso de preparación de esa muestra si así lo ha acordado con el cliente.

6.4.4. ALMACENAMIENTO

6.4.4.1. Las muestras Restantes del proceso "Corte Inicial" (DL-I-002, DL-I-003), serán regresadas al cliente mediante el aviso vía correo electrónico o llamada telefónica.

6.4.4.2. Las muestras Restantes del proceso "Corte Inicial" estarán en custodia del Laboratorio de Preparación de Muestras – Área de Petrotomía *hasta* por 30 días calendarios a partir de la entrega de los productos solicitados (según "NOTA" DL-F-216).


6.4.5. DEVOLUCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MUESTRAS.

Las muestras Restantes del proceso "Corte Inicial" serán entregadas al Responsable de la Solicitud o al Laboratorio de Petromineralogía ,según solicitud, mediante la firma y conformidad en el "Libro de registro de Muestras", especificando fecha, cantidad y tipo de muestra entregada (contramuestra, muestra de mano, galleta, chips, etc.).

6.4.6. ENTREGA DE PRODUCTOS

6.4.6.1. Los productos solicitados por el cliente (DL-F-216) serán entregados a la secretaria de la Dirección de Laboratorios con su respectiva solicitud y conformidad con el Libro de Registro del Área de Petrotomía, señalando fecha y firma de la secretaria a cargo.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 13 de 19

6.4.6.2. Los productos solicitados por el Laboratorio de Petromineralogía (DL-F-2016) serán entregados en dicho laboratorio con su respectiva solicitud y conformidad del Responsable del Laboratorio de Petromineralogía. Se deberá registrar dicha conformidad en el "Libro de Registro de Muestras", señalando la fecha y firma del Responsable.

6.5. LABORATORIO DE PETROMINERALOGÍA

La realización de estudios y análisis mineralógicos de las muestras se efectúan en diferentes procesos y subprocesos como se detallan a continuación:

- 6.5.1 Recepción.
- 6.5.2 Asignación de trabajos para la realización de estudios
- 6.5.3 Reporte de resultados
- 6.5.4 Almacenamiento
- 6.5.5 Devolución y disposición final de secciones y contramuestras.

6.5.1 RECEPCIÓN

6.5.1.1 *Recepcionada la solicitud de laboratorio, el responsable del Laboratorio o encargado del proceso, comunicará vía correo electrónico al solicitante sobre la recepción de la solicitud, a fin de que entregue las muestras al laboratorio.*

6.5.1.2 *Entregadas las muestras, el cliente firmará el formato DL-F-160, dejando constancia de la entrega. Las muestras son recepcionadas en la mesa de trabajo.*

6.5.1.3 Se verifican los códigos de las muestras y/o láminas, *cantidad y anexos* que estén acorde con la "Solicitud de Estudios Petromineralógicos" (D-F-160), *debidamente llenados, para su atención, caso contrario, se registrará una Salida No Conforme y serán devueltas al cliente.*


Aquellas muestras que requieran preparación pasaran para la verificación de tamaño, según Tabla N° 6. Si la muestra no presenta los tamaños mínimos requeridos serán devueltas al cliente y se registrará una Salida No Conforme.

[...]

6.5.1.4 Las muestras que requieran de preparación, pasaran por una descripción macroscópica preliminar, registradas en la ruta W:\LP\ADMIN\SOLICITUDES **AÑO EN CURSO\DESCRIPCIONES MACROSCOPICAS AÑO EN CURSO** y serán marcadas para indicar el corte de la preparación de secciones.

6.5.1.5 Luego serán enviadas al Laboratorio de Preparación de Muestras, *quienes las recepcionarán mediante formato DL-F-160 y correo electrónico con las indicaciones necesarias del servicio, para la elaboración de secciones y/o briquetas.*




	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 14 de 19

Servicio	Tamaño mínimo de la muestra para preparación	Observaciones
Estudio Petrográfico	12 x 10 x 5 cm	-
Estudio Minerográfico	6 x 5 x 3 cm	-
Estudio Petrominerográfico	12 x 10 x 5 cm	-
Análisis de Espectros de Minerales	6 x 5 x 3 cm Pulpas: 20 g	-
Inclusiones de Fluidos	12 x 10 x 5 cm (minerales transparentes) 6 x 5 x 3 cm (minerales opacos)	En caso la muestra no cumpla con el tamaño mínimo requerido, se evaluará si se procede con el servicio informando al usuario.
Análisis Mineralógico	100 g por tamiz	-
Fotomicrografías	12 x 10 x 5 cm	-
Tinción	12 x 10 x 5 cm	-
Fluorescencia	No requiere	-
Medición de la Radiactividad	No requiere	-

Tabla N° 6. Tamaño de las muestras por servicio

- 6.5.1.6 Concluida la etapa de preparación de muestras, **las secciones** y contramuestras, serán entregadas al responsable del Laboratorio de Petromineralogía **mediante formato DL-F-160 para su recepción.**
- 6.5.1.7 **Una vez entregadas** las secciones y contramuestras, el responsable del Laboratorio de Petromineralogía designará a la persona encargada de verificar las condiciones de las secciones (codificación, acabado de las secciones) y la codificación de las contramuestras, a fin de comprobar el cumplimiento requisitos mínimos para la realización de estudio petromineralógicos.
- 6.5.1.8 Si las secciones no cumplen los requisitos mínimos para el estudio petromineralógico se procederá a registrar una **Salida** No Conforme y serán devueltas al Laboratorio de Preparación de muestras para su rectificación. Se tomarán fotos del estado de las secciones rechazadas.
- 6.5.1.9 Posteriormente, se verificará la codificación de la contramuestra de acuerdo a la sección y formato DL-F-160. Si no presentará concordancia en la codificación, se procederá a registrar una **Salida** No Conforme y luego se devolverá al Laboratorio de Preparación de Muestra para su rectificación.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 15 de 19

6.5.2 ASIGNACIÓN DE TRABAJOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS

6.5.2.1 El responsable del Laboratorio o personal designado realiza la distribución de trabajos para el proceso de estudio y/o análisis de muestras, teniendo en la cuenta la carga de trabajo. La distribución de los trabajos se registrará en el formato DL-F-048 Asignación de Trabajo indicando el código de proyecto, número de solicitud, tipo de estudio y/o análisis a realizarse, nombre y firma del personal, recepción y entrega de muestras y observaciones que se consideren necesarias.

6.5.2.2 La fecha de programación de la emisión de los Informes se registran en el Formato DL-F-132 "Control de Solicitudes - Laboratorio de Petromineralogía".

6.5.3 REPORTE DE RESULTADOS

6.5.3.1 El analista que ejecuta los estudios, registra los datos en los formatos de manera virtual, según el estudio desarrollado:

DL-F-231 "Formato de Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas"

DL-F-232 "Formato de Estudio Petrográfico de Rocas Sedimentarias"

DL-F-233 "Formato de Estudio Petrográfico de Rocas Metamórficas"

DL-F-157 "Formato de Estudio Mineragráfico"

DL-F-007 "Formato de Estudio Petromineragráfico"

DL-F-008 "Formato de Estudio Petrográfico-Petromineragráfico de Brechas"

DL-F-010 "Formato de Análisis de Espectros de minerales"

DL-F-013 "Formato de Fotomicrografías"

DL-F-015 "Formato de Feldespatos *por minerales*"

DL-F-003 "Formato de Estudio de Inclusiones de fluidos"

DL-F-009 "Formato de Estudio Mineralógico de Material Suelto"

DL-F-011 "Formato de Análisis Mineralógico de Grado de Liberación"

DL-F-012 "Formato para fluorescencia de minerales"


DL-F-014 "Formato para medición de la radioactividad"

DL-F-029 "Formato de análisis e interpretación mineralógica"

6.5.3.2 Al término del desarrollo de los estudios, éstos serán guardados en la carpeta del disco H:\Lab_Petromineralogía\SOLICITUDES, y se registrará la entrega en el formato DL-F-048 Asignación de Trabajo, indicando la fecha de entrega.

6.5.3.3 *El personal designado por el responsable del Laboratorio de Petromineralogía, elaborará el informe técnico correspondiente a los estudios realizados según lo solicitado en el DL-F-160.*

6.5.3.4 El responsable de laboratorio revisará el informe técnico, *para el visto bueno respectivo y su posterior* entrega a la Dirección de Laboratorios, adjuntando la carátula e introducción

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 16 de 19

del mismo; *de encontrar observaciones según en el Plan de Calidad (DL-PC-001) se registrará una Salida No Conforme para la corrección respectiva.*

6.5.4 ALMACENAMIENTO

6.5.4.1 Las *secciones* estudiadas, son almacenadas en el Laboratorio de Petromineralogía por un tiempo de 06 meses, posterior al tiempo de custodia pasará a responsabilidad del proyecto de Litoteca de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos. El tiempo de custodia de las muestras será contado a partir de la fecha de emisión de informe por parte del laboratorio.

6.5.4.2 Las *secciones* correspondientes a una solicitud son empaquetadas, rotuladas con el número de solicitud y almacenadas. El lugar donde se almacenará las muestras se encontrará claramente diferenciado:

- *Secciones* delgadas, pulidas y delgadas-pulidas "Pendientes"
- *Secciones* delgadas, pulidas y delgadas-pulidas "Realizadas"

6.5.4.3 *Las contramuestras, se almacenan en el área de muestras de mano (1mx1m), baldes, costales y bolsas.*

6.5.5 DEVOLUCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE SECCIONES Y CONTRAMUESTRAS

6.5.5.1 La disposición final de las secciones estudiadas, luego del periodo de almacenamiento serán entregadas al proyecto de la Litoteca, registradas en el Formato de Entrega de Secciones e Informe Técnico Digital (DL-F-049).

6.5.5.2 Las contramuestras de roca que tienen los tamaños mínimos y sean representativas como modelo de una muestra, se enviarán al Laboratorio de Preparación de muestras para la elaboración de secciones modelos del Laboratorio de Petromineralogía. Aquellas que no cuenten con los tamaños mínimos o no sean representativas serán desechadas como residuos sólidos.

6.6 LABORATORIO DE TELEDETECCIÓN


Las diferentes etapas y procesos que afectan a las muestras se agrupan en las siguientes fases:

- 6.6.1. Recepción.
- 6.6.2. Toma de datos
- 6.6.3. Almacenamiento *de muestras e información digital*
- 6.6.4. Devolución y disposición final de las muestras

6.6.1. RECEPCIÓN

6.6.1.1. *El Responsable del Laboratorio y/o especialista recepciona las muestras del cliente, en la mesa de trabajo (área de recepción y custodia), se registra la fecha de recepción en el formato de preparación DL-F-216.*



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 17 de 19

6.6.1.2. Las inconformidades encontradas en el proceso de recepción se procederá según el procedimiento SGC-P-008 Salidas No Conformes

6.6.2. TOMA DE DATOS

6.6.2.1 El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección colectan firmas espectrales de las muestras utilizando el espectrorradiómetro FieldSpec 4 Hi-Res, *según lo estipulado en el Manual de uso del espectrorradiómetro FieldSpec 4 Hi-Res (DL-M-008) e instructivo Medidas de firmas espectrales con FildSpec-4 Hi-Res (DL-I-054).*

6.6.3. ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS E INFORMACIÓN DIGITAL

El almacenamiento de las muestras y secciones delgadas (solicitadas por el Laboratorio de Teledetección) se realizará en el estante de madera azul (código interno: 06597), dimensiones 0.57m ancho x 1.10m de ancho x 2.4 m de alto. Se almacena en bolsas de polietileno.

Con respecto a la información digital generada (firmas espectrales colectadas) son almacenadas en la carpeta: W:\LTD\DATA INSTRUMENTOS DE MEDIDA\FIELDSPEC, de manera permanente.

6.6.4. DEVOLUCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE MUESTRAS

El tiempo de custodia para las muestras de rocas es de 01 semana, luego se entrega al usuario (se comunica por correo electrónico), siendo esto registrado Anexo N° 1 del formato de Solicitud de Información Satelital (DL-F-165), en el caso de las secciones (solicitadas por el Laboratorio de Teledetección), se almacenan permanentemente.

7. INSTRUCCIONES

- 7.1 DL-I-001 Preparación de Mecánica de Muestras
- 7.2 *DL-I-002 Preparación de Láminas Delgadas para Estudios Petrográfico, mineragráficos, e inclusiones fluidas.*
- 7.3 *DL-I-003 Preparación de briquetas pulidas*
- 7.4 *DL-I-014 Determinación mineralógica de rocas por difracción de rayos X*
- 7.5 *DL-I-043 Concentración de minerales mediante separador magnético*
- 7.6 *DL-I-054 Medidas de firmas espectrales con FildSpec-4 Hi-Res*


8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACIÓN.

No aplica




	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 18 de 19

10. REGISTRO

- 10.1 DL-F-212 Solicitud para análisis geoquímico
- 10.2 DL-F-244 Cadena de custodia – Análisis de Agua
- 10.3 DL-F-207 Control diario de condiciones ambientales
- 10.4 DL-F-050 Disposición final de muestras.
- 10.5 DL-F-201 Informe de ensayo sedimentos digestión multiácida
- 10.6 DL-F-202 Informe de ensayo sedimentos digestión agua regia
- 10.7 DL-F-203 Informe de ensayo análisis de oro
- 10.8 DL-F-204 Informe de ensayo polimetálicos
- 10.9 DL-F-227 Informe de ensayo roca total (18 elementos)
- 10.10 DL-F-228 Informe de ensayo roca total (32 elementos)
- 10.11 DL-F-239 Informe de ensayo análisis de mercurio
- 10.12 DL-F-005 Informe de ensayo fusión borato de litio ICP-MS
- 10.13 DL-F-224 Determinación de Hierro por volumetría
- 10.14 DL-F-028 Determinación de azufre por el método gravimétrico en muestras de yeso
- 10.15 DL-F-211 **Determinación de LOI por termogravimetría**
- 10.16 DL-F-019 Informe de ensayo
- 10.17 DL-F-161 Solicitud para Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X
- 10.18 DL-F-036 Control de Solicitudes – Laboratorio de Rayos X
- 10.19 DL-F-164 Reporte de Resultados de Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X
- 10.20 DL-F-034 Reporte de Resultados de Concentración **de Minerales por Separación Magnética**
- 10.21 DL-F-160 Solicitud de Estudios Petromineralógicos
- 10.22 DL-F-032 Control de Solicitudes – Laboratorio de Petromineralogía
- 10.23 DL-F-049 Entrega de Secciones **de Informe Técnico Digital**
- 10.24 DL-F-231 Formato de Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas
- 10.25 DL-F-232 Formato de Estudio Petrográfico de Rocas Sedimentarias
- 10.26 DL-F-233 Formato de Estudio Petrográfico de Rocas Metamórficas
- 10.27 DL-F-157 Formato de Estudio Mineragráfico
- 10.28 DL-F-007 Formato de Estudio Petromineragráfico
- 10.29 DL-F-008 Formato de Estudio Petrográfico-Petromineragráfico de Brechas
- 10.30 DL-F-010 Formato de Análisis de Espectros de minerales
- 10.31 DL-F-013 Formato de Fotomicrografías
- 10.32 DL-F-015 Formato de Feldspatos por **Minerales**
- 10.33 DL-F-003 Formato de Estudio de Inclusiones de fluidos
- 10.34 DL-F-009 Formato de Estudio Mineralógico de Material Suelto
- 10.35 DL-F-011 Formato de Análisis Mineralógico de Grado de Liberación
- 10.36 DL-F-012 Formato para fluorescencia de minerales
- 10.37 DL-F-014 Formato para medición de la radioactividad
- 10.38 DL-F-029 Formato de análisis e interpretación mineralógica
- 10.39 DL-F-165 Formato de Solicitud de Información Satelital



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-010
	MANIPULACIÓN DE LOS OBJETOS DE ENSAYO	Versión : 03 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 19 de 19

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

11.1. Laboratorio de Química

- a. **Muestra.** Porción representativa del lote, obtenida por reducción de la muestra total, que será usada para la obtención de la muestra de ensayo.
- b. **Contramuestra.** Cantidad de producto, semejante a la muestra, la cual será almacenada en condiciones tales que no se afecten sus propiedades.
- c. **Muestra de ensayo.** Porción representativa de la muestra, obtenida por medio de un divisor de muestras, cuarteo manual, toma de alícuota.
- d. **Conservación.** Condiciones de temperatura y humedad relativa pre- establecidas, que permiten conservar la muestra dirimente y muestra de laboratorio en condiciones óptimas.
- e. **Muestra no perecible.** Productos que por su naturaleza pueden conservarse a temperatura ambiente o bajo condiciones controladas por un periodo de tiempo mayor a 90 días.
- f. **Muestra perecible.** Productos que por su naturaleza varían sus características incluso el mismo día de realizado el ensayo.
- g. **Ensayo:** prueba, determinación de una o más características de un objeto de evaluación de la conformidad, de acuerdo con un procedimiento
- h. **Protección:** Asegurar que desde el ingreso de la muestra hasta su almacenamiento esta no haya sufrido ninguna alteración
- i. **Tiempo de custodia:** Es el plazo dentro del cual la entidad acreditada está obligada a mantener la muestra dirimente.


11.2. Laboratorio de Petromineralogía

- a. **Muestra de roca:** Porción del afloramiento extraída in situ por los usuarios, la cual debe ser representativa para hacer los estudios requeridos.
- b. **Contramuestra:** Porción de la muestra de roca que tiene que ser tan parecida a la original como sea posible.
- c. **Sección:** Porción de muestra de roca separada mediante un instrumento de corte. Sirve para realizar estudios petromineralógicos, involucra sección delgada, pulida, delgada y pulida o doblemente pulida.

12. ANEXOS

No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-011
	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 1 de 9

1. FINALIDAD

Establecer los controles de calidad (QC) mediante un programa para el aseguramiento de los resultados de ensayos emitidos por el Laboratorio de Química.

2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todos los ensayos químicos que se realicen en el Laboratorio de Química.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR

3.1 Norma NTP ISO/IEC 17025:2005, requisito 5.9 Aseguramiento de la Calidad de los Resultados de Ensayo.

3.2 Directriz para la Participación en Ensayos de Aptitud/Comparaciones interlaboratorios-INACAL.

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

5.1. El Director de Laboratorios es el responsable de revisar y aprobar el presente procedimiento.

5.2. El Coordinador de calidad responsable de realizar el control y mantenimiento de este procedimiento

5.3. El Responsable del Laboratorio es responsable de verificar el cumplimiento del presente procedimiento.


5.4. El Analista es responsable de cumplir con los procedimientos para el aseguramiento de los resultados de los ensayos químicos emitidos por el Laboratorio de Química.

6. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO

6.1. Aseguramiento de la calidad

6.1.1 Personal

La institución mantiene políticas para la capacitación interna y/o externa para el personal conforme a las actividades técnicas que desarrollan, según lo declarado en la

	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-011
	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 2 de 9

política de calidad con el objetivo de fortalecer las competencias del personal identificadas y planificadas.

6.1.2 Reactivos

Los análisis realizados en el Laboratorio de química requieren de reactivos químicos de alta pureza para análisis de elementos trazas (concentraciones de ppm, ppb y ppt) para determinar anomalías en muestras de prospección.

Equipos

Los equipos son debidamente calibrados y verificados como se indica en el formato DL-F-219 Programa anual de calibración, verificación y mantenimiento de equipos, para asegurar el buen funcionamiento de los equipos que se emplean en el desarrollo de los análisis químicos y cumplir con los requerimientos solicitados por el método, según se indiquen en los instructivos de operación y manejo de cada equipo.

El personal responsable de cada técnica realizará la programación del mantenimiento de cada equipo según la recomendación del fabricante y la frecuencia de análisis, el cual debe ser registrado en el formato DL-F-219 Programa anual de verificación, calibración y mantenimiento.

Además el personal técnico responsable de cada técnica analítica deberá realizar la verificación de la calibración del equipo con el uso de un estándar de calibración en una concentración cercana al punto medio del rango de calibración, para confirmar que el funcionamiento del instrumento no ha cambiado significativamente desde la calibración inicial, esto puede ser cada 15 muestras, dependiendo del número de muestras.


6.1.3 Materiales y reactivos

El laboratorio de química adquiere reactivos de marcas reconocidas por su calidad, de grado analítico o ultrapura según el requerimiento del método a realizar, además los reactivos cuentan con certificado de análisis y con una fecha de vencimiento indicada según la marca del fabricante, para asegurar la calidad de los ensayos realizados, los cuales son almacenados en ambientes controlados para asegurar la calidad del insumo durante su periodo de vigencia, cumpliendo con los requerimientos indicados en las fichas técnicas de cada equipo.

Las soluciones para las determinaciones de los análisis se preparan y depositan en recipientes adecuados, son debidamente identificados con una etiqueta que incluye el nombre de la solución preparada, la concentración de la misma y el responsable de la preparación.

Los materiales volumétricos empleados en el análisis tales como matraces, pipetas, buretas, micropipetas son calibrados según lo establecido en el procedimiento DL-P-007 Verificación interna de material volumétrico.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-011
	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 3 de 9

Limpieza del material de laboratorio

La limpieza del material se realiza según el tipo de material y el tipo de método que se emplea, como se indica en el instructivo DL-I-037 Lavado de material de laboratorio, con el fin de evitar contaminación cruzada en el material empleado.

6.1.4 Condiciones ambientales e instalaciones

El laboratorio cuenta con el procedimiento DL-P-002 Control de las instalaciones y condiciones ambientales, para garantizar para el adecuado control de la temperatura y humedad, el cual se debe registrar las condiciones ambientales de las áreas críticas en que puedan afectar los resultados de los ensayos considerando los métodos de ensayo y manuales de equipos en el DL-F-207 Control diario de las condiciones ambientales.

El laboratorio asegura las adecuadas condiciones ambientales de luz, aire, humedad y temperatura para el adecuado desarrollo de los ensayos realizados, mediante la instalación de equipo de aire acondicionado, un sistema de luz estabilizado y el servicios generales que aseguran las buenas condiciones de trabajo, además el personal mantiene el orden y la limpieza.

6.1.5 Pruebas interlaboratorio

El laboratorio de química participa en comparaciones interlaboratorio o programas de aptitud para determinar el grado de comparabilidad de los datos generados por los laboratorios participantes, con la finalidad de determinar la precisión y exactitud interlaboratorios.

6.1.6 Preparación de soluciones control.

Con la finalidad de asegurar la calidad de los reactivos y el cumplimiento de los procedimientos de preparación de muestras se prepara soluciones Blancos y materiales de referencia, para evaluar la calidad de los insumos químicos empleados, la limpieza del material laboratorio y la calidad del agua empleada en la preparación de las soluciones químicas.


Tipos de Blancos de Análisis

1. Blancos Instrumentales (BLI)

Se preparan en la misma matriz de los estándares y son determinados cada vez que se preparan estándares de la curva de calibración.

Son requeridos en algunas técnicas instrumentales para definir la línea base del instrumento; especialmente en cromatografía iónica, Absorción Atómica, ICP-OES, ICP-MS y analizador de mercurio.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-011
	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 4 de 9

2. Blanco de Método (BLM)

Proviene de las diversas matrices analizadas en los diversos blancos de métodos asociados a cada matriz; pero se considera para este caso solo la matriz agua desionizada preparados en el medio requerido para el análisis de una muestra real. Se utiliza para evaluar si ha ocurrido contaminación.

El blanco reactivo es un blanco instrumental que contiene los reactivos empleados en la preparación descrita por el método, no pasa por las mismas etapas de preparación, pero es sometida al mismo proceso analítico específico a la que es sometida una muestra real.

El blanco de método sigue las mismas etapas de un proceso analítico específico a la que es sometida una muestra real.

Materiales de referencia (MRC)

El material de referencia certificado es de procedencia externa, de tal forma que el proveedor garantiza la calidad mediante la emisión de un certificado.

El laboratorio de química no emplea material de referencia interno.

El laboratorio de química prepara el MRC tal como una muestra para asegurar el cumplimiento del procedimiento de preparación de muestras, permitiendo evaluar la exactitud del método, que se encuentre dentro de los límites de control del material de referencia

Duplicados

El laboratorio de química prepara la misma muestra dos veces para evaluar la precisión a través de la dispersión entre réplicas de muestras.

La medición de la Dispersión se obtiene a través del cálculo de la desviación estándar (S).


Estándar interno

Es un analito que no se encuentra en la muestra y estándares, se utiliza para medir la respuesta de los analitos con respecto a la señal del estándar interno.

Muestra Fortificada de control interno (MFCI – ADI)

Permite diagnosticar y evaluar las posibles interferencias químicas dentro del alcance de aplicación definida en una metodología para el ensayo químico de un analito; la eficiencia de recuperación obtenida permite cuantificar la exactitud del análisis en la matriz de la muestra.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-011
	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 5 de 9

Protocolo de preparación

- Seleccionar la muestra a fortificar
- [Código muestra] - ADI
- Adicione un volumen en ml de la solución estándar a la muestra por analizar
- Analizar las muestras fortificadas, sometiéndose al desarrollo de las diversas etapas consideradas en un proceso analítico.
- Calcule la eficiencia de recuperación (%R).

Solución de tuning (optimización)

Es una solución que se utiliza para determinar el rendimiento aceptable del instrumento antes de la calibración y análisis de las muestras, según el instructivo de manejo del equipo a emplear.

6.1.7 Estándar de verificación de calibración

Técnicas instrumentales

Es un blanco fortificado, esta sustancia química debe ser de un lote y/o marca diferente al lote de la sustancia química utilizada para la preparación de la calibración, que permite controlar y verificar en técnicas instrumentales como cromatografía iónica, Absorción Atómica, ICP-OES, ICP-MS y analizador de mercurio.

Para técnicas instrumentales en matriz acuosa, como ICP-OES e ICP-MS, la incorporación de una muestra de control nos permite evaluar y diagnosticar la eficiencia de la ejecución de las diversas etapas involucradas en una metodología de análisis y a su vez permite evaluar la calidad de la solución stock desde el punto de vista de su contaminación o pérdida de su concentración inicial, permite controlar y verificar la exactitud (%R).


Técnicas volumétricas y gravimétricas

Es un blanco fortificado que permite controlar y verificar en técnicas volumétricas y g

6.2. PRUEBAS INTERLABORATORIO

Se debe participar en ensayos inter-laboratorios, mínimo una vez al año, con el fin de evaluar el desempeño del laboratorio. Los resultados de estos estudios se archivan como evidencia del buen desempeño del laboratorio; si los resultados no son satisfactorios este se registra según documento SGC-P-007 Procedimiento para las Acciones Correctivas, y se buscan posibles fuentes de errores sistemáticos, se evalúa la forma de corregir los mismos y de ser posible se corrobora que las acciones correctivas



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-011
	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 6 de 9

tomadas sean efectivas, se realiza otra participación en Prueba de Aptitud en el método con resultados no satisfactorios, de tal manera que se demuestre el buen desempeño del laboratorio.

6.3. CALCULO DE LA PRECISIÓN Y EXACTITUD

6.3.1. Estimación de la precisión para muestras duplicados (%RPD)

$$\%RPD = \frac{[Muestra - Muestra Duplicado]}{\text{Promedio Replicas}} * 100\%$$

Dónde:

%RPD = Diferencia Porcentual Relativa

6.3.2. Estimación del porcentaje de recuperación (%R)

La estimación se realiza empleando las siguientes fórmulas:

- Para muestras sintéticas de control interno (QCS)

$$\text{Porcentaje de recuperación (\%R)} = \frac{[\text{Experimental}]}{[\text{Teórica}]} \times 100$$

- Para muestras fortificadas de control interno

$$\text{Porcentaje de recuperación (\%R)} = \frac{([\text{muestra fortificada}] - [\text{muestra}]) \times 100}{[\text{Concentración Teórica}]}$$

6.4. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD POR TECNICA ANALITICA PARA MUESTRAS

Se realiza el control de calidad según el método de ensayo solicitado como se indica en la siguiente tabla Control de calidad por técnica analítica.


Control de calidad por técnica analítica

TECNICA ANALÍTICA	ANÁLISIS	Parámetro de control de calidad	Concentración	Límite de control	FRECUENCIA DE CONTROL DE CALIDAD
SM 2320B	Método de alcalinidad	pH-metro verificado	No aplica	Slope: -57 a -60.5mV/pH	Antes de realizar el ensayo
		Solución titulante (Ácido Sulfúrico) Estandarizada	0.02N	Cercano a 1.000	Antes de realizar el ensayo



SM 2320B	Método de alcalinidad	Controles internos (Na ₂ CO ₃ 99.99%)	100 ppm	%R= 90-110	Antes de realizar el ensayo
		Duplicados de muestra	No aplica	%DSR= 0-2.3	Cada 10 muestras
		Blancos insertados	1.5 ppm	< 1.5 ppm	Dos blancos por bloque
Fire Assay / AAS	Determinación de oro.	Calibración del instrumento	0.125, 0.250, 0.500, 1.00 y 2.50 ppm	-----	Por cada lote de 24 muestras
		Blanco Instrumental	-----	< 5ppb	Uno /c. lote de 18 muestras
		Análisis por duplicado	-----	< Al 5% entre valores.	Uno /c. 9 muestras
		MRC	Concentración de certificado(bajo, medio y alto)	+/- desviación estándar del CMR	Tres / lote de 18 muestras
EPA 200.7	Determinación de metales en aguas	Calibración del instrumento	0.5, 1, 2.5 y 5 ppm		C/40muestras como max.
		Blanco Instrumental	--	< límite de cuantificación	C/40muestras como max.
		Análisis por duplicado	--	< desviación estándar 0 a 2.5	C/Lote de 10 muestras.
		Muestra fortificada	5% de concentración de curva	10-15% de recuperación	C/Lote de 10 muestras.
		MRC	concentración de certificado	10-15% de recuperación	C/Lote de 10 muestras.
		QC		10-15% de recuperación	C/Lote de 20 muestras.
		Prueba interlaboratorio	según pruebas	Z < 2	1 vez por año
EPA 200.8	Determinación de metales en aguas	Tuning	Según fabricante		Diario
		Calibración del instrumento	2, 10, 50, 100 ppb		Diario



 INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</small>	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-011
	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 8 de 9

EPA 200.8	Determinación de metales en aguas	Blanco reactivo	--	< límite de cuantificación	C/40muestras como max.
		Estándar interno	50 ppb de Rh	Desviación estándar 60-125%	Diario
		Muestra fortificada	10% de concentración de curva	10-15% de recuperación	C/Lote de 20 muestras.
		QC		90 a 110% de recuperación	C/Lote de 10 muestras.

7. INSTRUCCIONES

No Aplica.

8. DURACION

No Aplica.

9. DIAGRAMACION

No Aplica.


10. REGISTROS

- 10.1 SGC-F-219 Programa anual de verificación, calibración y mantenimiento
- 10.2 DL-F-037 Lavado de material de Laboratorio
- 10.3 DL-F-207 Control diario de condiciones ambientales
- 10.4 UP-F-011 Plan anual de capacitación y desarrollo del personal
- 10.5 UP-F-012 Diagnostico de necesidades de capacitación.

11. GLOSARIO DE TERMINOS

- 11.1. **Material de referencia certificado (MRC):** Un material de referencia, acompañado de un certificado, del cual uno o más valores de la propiedad son certificados por un procedimiento que establece la trazabilidad para una realización exacta de la unidad en que están expresados los valores de la propiedad y para los cuales cada valor certificado está acompañado por una incertidumbre para un nivel de confianza establecido.
- 11.2. **Ensayo de Aptitud para laboratorios:** Determinación del desempeño de un laboratorio en la realización de ensayos por medio de comparaciones interlaboratorios.




	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-011
	EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE RESULTADOS DE ENSAYOS QUÍMICOS	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 9 de 9

11.3. Comparaciones Inter laboratorios: Organización, realización y evaluación de ensayos, sobre el mismo ítem o sobre ítems similares, por dos o más laboratorios, de acuerdo a condiciones predeterminadas.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-041
	ANALISIS DE LABORATORIOS	Versión : 07 Fecha aprob: 07/09/2018 Página : 1 de 5

1. FINALIDAD

Establecer instructivos para realizar servicios de análisis químicos de aguas, rocas y sedimentos, análisis mineralógicos, así como realizar estudios petromineralógicos y procesamiento e interpretación de imágenes satelitales, que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación de la institución planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año; así como, la prestación de servicios externos.

2. ALCANCE

Aplica a todos los servicios que se realizan en la Dirección de Laboratorios, dentro del cual comprende al Laboratorio de Química, Laboratorio de Difracción de Rayos X, Laboratorio de Petromineralogía, Laboratorio de Preparación de Muestras y Laboratorio de Teledetección, desde la recepción de la solicitud u orden de trabajo hasta la entrega del reporte, informe final o información digital.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR /BASE LEGAL

- 3.1 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.2 Plan Operativo Institucional, Formato: SGC-F-036.
- 3.3 Bibliografía especializada (publicaciones, boletines, archivos técnicos, revistas, tesis, etc.)
- 3.4 *Directiva 003-2013-INGEMMET/PCD, Lineamientos para la atención de solicitudes de apoyo en análisis de laboratorio y otros que formulan las universidades del país e institutos nacionales de investigación al Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET.*


4. REQUISITOS

- 4.1 Especificaciones e Información **requerida** en las solicitudes para análisis, estudios, procesamiento de imágenes y cadena de custodia.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Director de Laboratorios, es responsable de coordinar, supervisar y evaluar las actividades programadas para la ejecución de los servicios. Así como implementar sistemas de seguridad durante la ejecución de los servicios en los laboratorios.
- 5.2 Los Responsables de Laboratorios, **se encargan de** la supervisión y ejecución de los análisis, estudios de las muestras de rocas, sedimentos, aguas y procesamiento de imágenes. Asimismo del control de calidad de los servicios, revisión de los resultados y emisión de los **informes, reportes y fichas de procesamiento** a la Dirección de Laboratorios debidamente visados.
- 5.3 *Los responsables de Laboratorios se encargan de la designación del personal responsable de los equipos de laboratorio, el seguimiento del cumplimiento del Programa Anual de Calibración, Verificación y Mantenimiento (SGC-F-219), así como la planificación y control del stock y consumo de insumos y materiales críticos.*



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-041 Versión : 07 Fecha aprob: 07/09/2018
	ANALISIS DE LABORATORIOS	Página : 2 de 5

- 5.4 Los Responsables de Laboratorios, coordinan con la Dirección de Laboratorios los pedidos o requerimientos y reciben instrucciones para desarrollar los servicios.
- 5.5 *El personal responsable de equipos del laboratorio se encarga de la implementación de documentos del sistema de gestión de calidad requeridos (instructivo, formatos, etc.) para el óptimo funcionamiento y manejo de dicho equipo, en un plazo máximo de 15 días útiles contados a partir de la asignación patrimonial del equipo; así también asegurará el cumplimiento del Programa Anual de Calibración, Verificación y Mantenimiento (SGC-F-219).*

6. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO

Se procede de acuerdo al tipo de solicitante:

- *Solicitante externo mediante Órdenes de Trabajo, remitidas mediante el Área de Ventas, deriva al Director de Laboratorios para aprobación, que a su vez deriva al responsable de laboratorio correspondiente para su atención.*
- *Solicitantes internos mediante Solicitudes de Laboratorio internas, debidamente registradas a través del Sistema Integrado de Laboratorios (SIL), el formato correspondiente impreso debe contar con la firma del responsable del Proyecto, firma del Director del área solicitante y visto Bueno del Coordinador de Geologías y Laboratorio, y ser presentado a la Dirección de Laboratorios. Mediante el SIL se asigna dicha solicitud al Responsable del Laboratorio correspondiente, previo visto Bueno del Director de la Dirección de Laboratorios. En el caso de clientes internos también se realiza las derivaciones de la solicitud través del Sistema Integrado de Laboratorios (SIL).*


En caso no se cumpla alguno de los requisitos, se devolverá la solicitud al cliente mediante una hoja de remisión, *en el caso de clientes internos también se devolverá la solicitud través del SIL, para luego proceder según los establecido en el procedimiento SGC-P-008 "Registro y Control de Salidas No Conformes".*

En el caso de solicitudes de laboratorio internas, el cliente debe utilizar los siguientes formatos, según el tipo de servicio requerido:

- DL-F-160 "Solicitud de Estudios Petromineralógicos"
- DL-F-161 "Solicitud de Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X y Separación Magnética"
- **DL-F-212 "Solicitud para Análisis Geoquímico"**
- DL-F-216 "Solicitud para preparación de muestras"
- DL-F-165 "Solicitud de Información Satelital"
- **DL-F-244 "Cadena de Custodia-Solicitud de Análisis de Agua"**

Los responsables de los laboratorios receptionan la solicitud u orden de trabajo, y proceden a registrar la fecha de programación de atención de la solicitud en el formato DL-F-068 "Programación Interna de Atención a Solicitudes", seguidamente comunica dicha fecha al solicitante vía correo electrónico.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-041
	ANÁLISIS DE LABORATORIOS	Versión : 07 Fecha aprob: 07/09/2018 Página : 3 de 5

La recepción de muestras de las diferentes solicitudes internas se realiza según lo establecido en el Procedimiento DL-P-010.

En caso los responsables de los laboratorios observen la solicitud o las muestras, se procederá según lo establecido en el procedimiento SGC-P-008 "Registro y Control de Salidas No Conformes", y comunicarán vía correo electrónico al Director de Laboratorios indicando el motivo de la observación, a fin de que se proceda con la devolución respectiva utilizando una hoja de remisión.

6.1 Laboratorio de Preparación de Muestras

6.1.1 Área de Petrotomía

Seguir lo señalado en los instructivos DL-I-002 Preparación de Láminas Delgadas para estudios Petrográficos, Minerográficos e Inclusiones Fluidas, DL-I-003 Preparación de Briquetas Pulidas.

La identificación de muestras se realiza teniendo en cuenta el código de muestra que figura en el Formato DL-F-160 Solicitud de Estudios Petromineralógicos y DL-F-216, Solicitud para preparación de muestras, adicionalmente se inserta un código interno de forma correlativa consignando lo siguiente DD-MM-AA.

6.1.2. Área de Preparación Mecánica de Muestras

Seguir el instructivo DL-I-001 Preparación Mecánica de Muestras.

La identificación de la muestra se realiza siguiendo exactamente el código de Solicitud del cliente.


6.2. Laboratorio de Petromineralogía

Seguir lo señalado en los instructivos

- DL-I-009 "Estudios Minerográficos",
- DL-I-010 "Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas",
- DL-I-012 "Estudio de Inclusiones de Fluidos",
- DL-I-016 "Estudio Petrográficos de Rocas Sedimentarias",
- DL-I-017 "Estudio Petrográficos de Rocas Metamórficas",
- DL-I-019 "Estudio Petrominerográfico",
- DL-I-020 "Estudio Petrográficos-Petrominerográfico de Brechas",
- DL-I-021 "Estudio Mineralógico de Material Suelto",
- DL-I-022 "Análisis de Espectros de Minerales",
- DL-I-023 "Análisis Mineralógico de Grado de Liberación",
- DL-I-026 "Fluorescencia de Minerales",
- DL-I-028 "Fotomicrografías",
- DL-I-029 "Medición de la Radioactividad",
- DL-I-030 "Tinción de Feldespatos".

Los informes de resultado son presentados mediante los formatos correspondientes a cada tipo de estudio.



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-041
	ANALISIS DE LABORATORIOS	Versión : 07 Fecha aprob: 07/09/2018 Página : 4 de 5

6.3. Laboratorio de Rayos X

La solicitud de análisis se realiza a través del formato DL-F-161 "Solicitud de Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X y Separación Magnética", debiendo seguir el instructivo DL-I-014 "Determinación mineralógica de Rocas por difracción de Rayos X", DL-I-008 "Operación del Difractómetro XRD-6000" y DL-I-043 "Concentración de Minerales mediante Separador Magnético".

6.4. Laboratorio de Teledetección

La solicitud de información satelital se realiza a través del formato DL-F-165 "Solicitud de Información Satelital", la cual es atendida siguiendo lo señalado en el instructivo DL-I-013 "Procesamiento de Imágenes Satelitales".


6.5. Laboratorio de Química Analítica

Con el fin de realizar la identificación de las muestras en el Laboratorio de Química Analítica se asigna un código interno a cada muestra en el cuál se considera el número de solicitud de la muestra más un número correlativo y se registra en el Formato: DL-F-041 "Instrucción de Análisis". Asimismo el requerimiento de servicios de análisis del Laboratorio de Química se realizará mediante los formatos DL-F-212 "Solicitud para análisis de Geoquímicos" y DL-F-244 "*Solicitud para Análisis de Agua*".

7. INSTRUCCIONES

- 7.1 DL-I-001 "Preparación Mecánica de Muestras".
- 7.2 DL-I-002 "Preparación de Láminas Delgadas para estudios Petrográficos, Minerográficos e Inclusiones Fluidas".
- 7.3 DL-I-003 "Preparación de Briquetas Pulidas".
- 7.4 DL-I-008 "Operación del Difractómetro XRD-6000".
- 7.5 DL-I-009 "Estudios Minerográficos".
- 7.6 DL-I-010 "Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas".
- 7.7 DL-I-012 "Estudio de Inclusiones de Fluidos".
- 7.8 DL-I-013 "Procesamiento de Imágenes Satelitales".
- 7.9 DL-I-014 "Determinación mineralógica de Rocas por difracción de Rayos X".
- 7.10 DL-I-016 "Estudio Petrográficos de Rocas Sedimentarias".
- 7.11 DL-I-017 "Estudio Petrográficos de Rocas Metamórficas".
- 7.12 DL-I-019 "Estudio Petrominerográfico".
- 7.13 DL-I-020 "Estudio Petrográficos-Petrominerográfico de Brechas".
- 7.14 DL-I-021 "Estudio Mineralógico de Material Suelto".
- 7.15 DL-I-022 "Análisis de Espectros de Minerales".
- 7.16 DL-I-023 "Análisis Mineralógico de Grado de Liberación".
- 7.17 DL-I-026 "Fluorescencia de Minerales, DL-I-028 Fotomicrografías".
- 7.18 DL-I-029 "Medición de la Radioactividad".
- 7.19 DL-I-030 "Tinción de Feldespatos".
- 7.20 DL-I-043 "Concentración de Minerales mediante Separador Magnético".



	PROCEDIMIENTO	Código : DL-P-041 Versión : 07 Fecha aprob: 07/09/2018
	ANALISIS DE LABORATORIOS	Página : 5 de 5

8. DURACIÓN

No aplica.

9. DIAGRAMACIÓN.

9.1 DL-FP-006 "Proceso de Estudios Realizados por los Laboratorios de INGEMMET"

10. REGISTRO

10.1 Base de Datos (Informes y reportes)

10.2 Archivos impresos de reportese informes

10.3 DL-F-161 "Solicitud de Análisis Mineralógico, por Difracción de Rayos X y *separación magnética*"

10.4 DL-F-160 "Solicitud de Estudios Petromineralógicos"

10.5 DL-F-212 "Solicitud para análisis de Geoquímicos"

10.6 DL-F-216 "Solicitud para preparación de muestras"

10.7 DL-F-165 "Solicitud de Información Satelital"

10.8 DL-F-041 "Instrucción de Análisis"

10.9 DL-F-244 "*Solicitud para Análisis de Agua*"

10.10 Orden de trabajo.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS


No aplica.

12. ANEXOS

No aplica.

Aprobado por :	Luis Vargas Rodriguez DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 04 Fecha aprob.: 15/12/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 1 de 8

1. FINALIDAD

Describir secuencialmente el proceso de preparación mecánica (secado, chancado, pulverizado, homogenizado, etc.) con el objetivo de Lograr la granulometría requerida, respetando los procesos y procedimientos según normas de calidad, de acuerdo a las condiciones y especificaciones que son necesarios para los análisis químicos y de difracción de rayos X.

2. ALCANCE

Aplica desde la recepción y verificación de muestras que pueden ser; rocas, sedimentos, arcillas y muestras mineralizadas, con su respectiva codificación y la documentación para la preparación de dicha muestra, luego son entregados a la Dirección de Laboratorios.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR

- 3.1 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.2 Libro: Ingeniería metalúrgica, Autor: I. Quiroz Núñez
- 3.3 Documento Introducción al Muestreo Minero, Autor: Marco Antonio Alfaro Sironvalle

4. REQUISITOS

No aplica


5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Responsable de Laboratorio de Preparación de Muestras es el encargado de implementar, mantener y verificar que se cumpla con lo establecido en la presente instrucción.
- 5.2 El técnico especialista del área de preparación mecánica es responsables de conocer, aplicar las normas de calidad y seguridad, son los responsable de la recepción y verificación de las muestras, en coordinación con el encargado del proyecto, conjuntamente con Analista Químico y/o con la Secretaria de la Dirección de Laboratorio para la preparación de dichas muestras.

6. DESARROLLO DEL INSTRUCTIVO

El Técnico Especialista debe colocarse el equipo de protección de personal (EPP) adecuados:



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 04 Fecha aprob.: 15/12/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 2 de 8

- Guarda-polo (mandil)
- Tapones auditivos, Orejeras (anti-ruídos)
- Mascaráas (anti-polvos y gases)
- Lentes de protección adecuados
- Botas de seguridad
- Guantes de seguridad.

6.1 Recepción de las muestras

El Técnico Especialista es el encargado de recepcionar la muestra con la solicitud de preparación y el tipo de ensayo químico y/o de difracción de rayos X, que va a realizar, esta es verificada detalladamente para lograr su conformidad, una vez aprobada se procede con la preparación en caso contrario se procederá a registrar un producto no conforme y/o una SAC respectiva, así mismo se mantendrá en custodia hasta corregir dicha observación o de lo contrario será devuelta al cliente.

6.2 Verificación de muestra

El técnico especialista es el encargado de corroborar que las muestras que ingresan a la preparación deben ser representativas y/o tener el peso necesario con el fin de obtener un buen resultado en el análisis químico.

Tipo de muestras geológicas	Peso Aproximado
muestras polimetálicos, arcillas	1 kg
Muestra de sedimentos	5 – 6 Kg

Cuadro N°1: Peso aproximado de las muestras.

6.3 Secado de muestra

El técnico especialista es el encargado realiza el ingreso de muestras en la estufa eléctrica, estas son depositadas en recipientes de bandejas de acero inoxidable o de plástico con el fin de obtener un secado homogéneo.

Si las muestras presentan tamaños mayores a 5" se procede a seccionar las rocas con el uso de combas, picota, etc.

El secado de las muestras se realiza a temperaturas apropiadas según los tipos de análisis o ensayos químicos a realizar.



Tipo de Muestras	Elementos	Temperatura	Tiempo aproximado
Sedimentos	*Polimetálico	80°C ±5°C	8 hrs
	Hg, As	40°C ±5°C	
Menas	Polimetálicos	105°C ±5°C	12 hrs
Rocas – Ígneas	*Óxidos, trazas (Roca-Total)	80°C ±5°C	4 – 5 hrs
Minerales Salinos	Óxidos, trazas (Roca-Total)	40°C ±5°C	4 hrs
Lodos, Arcillas	Hg, As	40°C ±5°C	12 hrs
	Óxidos, trazas (Roca-Total) Polimetálicos	80°C ±5°C	12 hrs

Cuadro N°2: temperaturas según el tipo de *ensayo químico que se va a realizar y el tiempo de secado se establecerá según la característica de muestra física.*

*Se establece los elementos en el formato de la DL-F-212 Solicitud para análisis geoquímico.

6.4 Proceso de Preparación de Muestras

Para realizar el proceso de preparación de Muestras es necesario realizar la limpieza de los equipos en el caso de las chancadoras se utiliza cuarzo aproximadamente de 1kg antes y después de cada muestra, de igual manera se efectúa la limpieza de las herramientas, además de utilizar aire comprimido, paño o franela húmeda.

Es necesario encender el sistema del extractor de polvo para empezar a realizar la preparación de las muestras.

6.4.1 Etapas de Chancado


6.4.1.1 Chancado Primario

Actualmente el Área de Preparación Mecánica de Muestras cuenta con una chancadora de quijada 6x7" aprox.

Este proceso consiste en disminuir el tamaño de la muestra gruesa de 2" hasta obtener una granulometría óptima de ½" (85%) pasante.

La muestra es ingresada a la chancadora por la parte superior mediante una bandeja de metal o de plástico, la muestra procesada es recogida en la bandeja de descarga ubicada en la parte inferior de la chancadora.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 04 Fecha aprob.: 15/12/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 4 de 8

6.4.1.2 Chancado Secundario

El chancado secundario es realizado con una chancadora de quijada de 5x6" aprox. Este proceso consiste en reducir la granulometría de la muestra obtenido de la etapa de Chancado Primario de ½" a 2mm (malla -10) (95%) pasante, el procedimiento es similar al chancado primario.

La muestra obtenida deberá pasar por un tamiz de malla 10, al 95%, debido a que es recomendable trabajar en dicha granulometría, de esta manera el cuarteado es homogéneo y de esta manera también tenemos menos desgaste con los moteros u ollas de anillos para obtener buenos resultados en los posteriores procesos.

6.4.2 Homogenización y Cuarteo

Este procedimiento permite reducir la cantidad de muestra a la mitad en repetidas veces para lograr obtener una muestra que represente el total de muestra, Por ejemplo:

Si tenemos una muestra al 100% de malla -10 y contiene 2 kg, luego de este proceso tendremos 1 kg. de muestra, en nuestro caso es una porción de 250 gr aproximadamente.

Esto se puede realizar de dos maneras; el cuarteo manual y el cuarteo mecánico el cual nos proporcionara la cantidad de muestra que se requiere en el ensayo químico y difracción de rayos X.

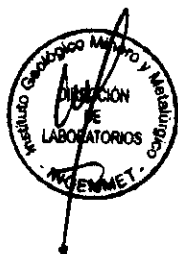
6.4.2.1 Divisor de rifle:

Tiene un número par de ductos igual a 12 que es para muestras a malla - 10, los cuales descargan paralelamente, el ancho de cada ducto será aproximadamente 50 % mayor a la partícula más grande de la muestra que se va a cuartear

El divisor tiene 2 recipientes, colocados uno a cada lado, para recibir las muestras que pasan a través de él.

El divisor de rifle debe tener un ancho igual o menor que el ancho total del conjunto de ductos, por lo tanto la muestra caerá a los recipientes de manera sin restricciones o pérdidas de material.

Es importante que se deba realizar el cuartear y homogeneizar las muestras sin importar su cantidad inicial.



6.5 Pulverizado

Este proceso consiste en reducir la granulometría hasta llegar a un tamaño de partícula requerida según el solicitante, esto va depender del estudio correspondiente, especificado en la solicitud de preparación (Formato DL-F-216).

Los equipos pulverizadores cuentan con ollas o morteros donde ocurre la reducción del tamaño de la muestra, principalmente por compresión a elevadas revoluciones (RPM).

El Área de Preparación Mecánica tiene diferentes tipos de morteros, para evitar la contaminación por elementos específicos que poseen dichas ollas.

Los mismos deben de ser limpiados antes y después de cada proceso con cuarzo en un tiempo de 1 min en el pulverizador, luego se lava con agua y aire comprimido para obtener resultados óptimos.

➤ Molino de discos vibratorios RS 200


Utiliza ollas de acero templado, zirconio, carburo de tungsteno, manganeso, y ágata

➤ Pulverizador de anillos

Utiliza ollas de acero templado, carburo de tungsteno, níquel - cromo -cobalto.

Tipo de olla o mortero	Equipo	Velocidad RPM	Dureza Aprox.	Composición %
Ágata	RM 200	100	6.5 – 7 Mohs	SiO ₂ 99.9, Al ₂ O ₃ (0,02), CaO (0,01), Fe ₂ O ₃ (0,01), K ₂ O (0,01), Na ₂ O (0,02), MgO (0,01), MnO (0,01)
Carburo de Tungsteno	RS 200	700 - 1400	1180 – 1280 HV 30	WC 94, Co 6
Acero Templado	RS 200	700 - 1400	62 – 63 HRC	Fe (85,34), Cr (12), C (2,2), Mn (0,45), Si (0,4), P (0,03), S (0,03)
Oxido de Circonio	RS 200	700 - 1400	1250 HV 0.5	ZrO ₂ (94,5), Y ₂ O ₃ (5,2), SiO ₂ / MgO / CaO / Fe ₂ O ₃ / Na ₂ O / K ₂ O (<0,3)



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 04 Fecha aprob.: 15/12/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 6 de 8

Ágata	RS 200	0 - 700	6.5 - 7 Mohs	SiO ₂ 99.9, Al ₂ O ₃ (0,02), CaO (0,01), Fe ₂ O ₃ (0,01), K ₂ O (0,01), Na ₂ O (0,02), MgO (0,01), MnO (0,01)
-------	--------	---------	-----------------	--

Nota: Todos los equipos de preparación mecánica de muestras son limpiados con cuarzo, agua y aire comprimido

6.5.1 Proceso de Pulverización para análisis químico

El proceso de pulverizado para análisis químico utiliza un pulverizador de anillos con el objetivo de llevar la muestra a un tamaño de partícula inferior a 106µm (malla -140).

Para elegir la olla u mortero adecuado es necesario conocer el tipo de ensayo químico que se va a realizar.

La muestra que ingresa al mortero debe tener un peso aprox. de 50 - 80 gr por pulverizado en un tiempo de 2 min este proceso se realiza de dos a tres veces hasta obtener el peso requerido.

6.5.2 Proceso de Pulverización para Análisis de Difracción de Rayos X

Para realizar este proceso el área de preparación mecánica cuenta con un molino de discos vibratorios, este nos ayuda a obtener muestras de partículas inferiores a 38µm (malla -400).

Para este proceso se necesita 10 gr de muestras porque son realizadas en morteros de ágata

6.5.3 Tamizado

Este proceso se realiza cada 10 muestras para corroborar que la muestra tiene la granulometría requerirá para el análisis correspondiente

- Para el análisis químico (malla -140), 95% pasante.
- Para el análisis de difracción de rayos x (malla -400) 95% pasante.
- Los sedimentos son tamizados a malla -80, y enviados para su ensayo al Laboratorio.


6.5.4 Control Granulométrico

- El control de mallas se realizara cada 10 muestras y/o menores a 25 se controlara 1 muestra.

6.5.5 Control de Blancos

- El control de blancos deberá realizarse una vez al mes y enviados al Laboratorio de Química para su ensayo respectivo.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 04 Fecha aprob.: 15/12/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 7 de 8

6.6 Embolsado y codificado de la Muestra

Las muestras ya pulverizadas son embolsadas con sus respectivos códigos

Este contiene:

- El numero correlativo.
- El número de la solicitud y la Dirección a la cual pertenece.
- El código de muestra.

Se procede a transferir las muestras a sus respectivos procesos.

6.7 Entrega de Muestras

Las muestras son entregadas con una copia de la solicitud a las áreas correspondientes, las mismas son recibidas por la persona en quien este delegada esta función, ellos son encargado de verificar y llenar el formato con la información pertinente, donde conste sus datos personales, fecha de recepción y una vez este conforme firmen dicho formato:

- DL-F-212 Solicitud para análisis geoquímico.
- DL-F-161 Solicitud de análisis mineralógico por difracción de rayos X.

La muestra de rechazo o (contra muestra) es custodiada por 30 días después de la entrega de resultados de los Laboratorios de Química y Rayos X. luego de este tiempo estas muestras son devueltas al cliente.

7 DIAGRAMACION

No Aplica

8 INSTRUCCIONES

No aplica

9 DURACIÓN

No aplica

10 Registros


10.1 Registro en archivo Excel (unidad de red W:\LPM\CONTROL ESTUDIOS\REGISTRO DE SOLICITUDES - 2016)

10.2 Ordenes de trabajo

10.3 Referencia - Oficina de administración área de ventas

10.4 Solicitudes de análisis



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-001 Versión : 04 Fecha aprob.: 15/12/2016
	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	Página : 8 de 8

- 10.5 DL-F-212 Solicitud para análisis geoquímico.
- 10.6 DL-F-161 Solicitud de análisis mineralógico por difracción de rayos X.
- 10.7 DL-F-216 Solicitud para Preparación de muestras
- 10.8 DL-F-236 Control de calidad interno.
- 10.9 Cuaderno de registros

11 GLOSARIO DE TERMINOS

- 11.1 **CHANCADO:** Proceso de trituración por impacto, compresión, fricción de las muestras mediante el uso chancadoras principalmente.
- 11.2 **CONMINUCIÓN SECA:** Procesos de reducción del mineral, es un término general utilizado para indicar la reducción de tamaño de un material y que puede ser aplicado sin importar el mecanismo de fractura involucrado. Este término incluye las etapas de chancado primario, secundario y terciario dadas las características del mineral.
- 11.3 **GRANULOMETRÍA:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.
- 11.4 **MALLA:** Abertura cuadrada de un tamiz según norma ASTM en los tamices de la serie U.S.A.
- 11.5 **TAMIZADO.-** Operación que consiste en separar por tamaño las partículas de un agregado, mediante tamices.
- 11.6 **CUARTEO.-** Procedimiento empleado para reducir el tamaño original de una muestra de suelo o agregado pétreo, cuyo objetivo es obtener una muestra representativa del material y de un tamaño acorde a los requerimientos del ensaye a realizar.
- 11.7 **MUESTRA DE LABORATORIO.-** Cantidad mínima de material necesario para realizar los ensayos de laboratorio requeridos.
- 11.8 **SEDIMENTACIÓN.-** Formación de sedimentos a partir de partículas suspendidas en el agua.
- 11.9 **DIVISOR:** reducción de partículas en cantidades homogéneas
- 11.10 **SEDIMENTACIÓN.-** Formación de sedimentos a partir de partículas suspendidas en el agua.

12 ANEXOS.
No aplica.



Aprobado por :	Leonardo Edwin Loaiza Choque ASISTENTE
----------------	---

PREPARACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS PARA ESTUDIOS PETROGRAFICOS, MINERAGRAFICOS E INCLUSIONES FLUIDAS

1. FINALIDAD.

Preparar láminas delgadas, delgada-pulidas de 30 micras **aproximadamente** de espesor y láminas delgadas doblemente pulidas de **140 micras aproximadamente** de espesor; a partir de una muestra natural, que pueden ser: rocas, rocas mineralizadas, sedimentos, arenas, etc.; de tal manera que al final de la preparación se puedan estudiar tanto la composición y textura de la roca, la caracterización de los minerales opacos y el estudio de las oclusiones presentes en el caso de una lámina delgada doblemente pulida. Siempre manteniendo las características naturales de la muestra y su representatividad.

2. ALCANCE.

Desde la recepción de las muestras de campo con su respectiva documentación para su preparación, hasta la entrega de las láminas a la Dirección de Laboratorios.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL.

- 3.1. Petrografía Microscópica de W. M. Henrich.
- 3.2. Mineralogía óptica de DANA.
- 3.3. Manual de Mineralogía- CORNELIS KLEIN (4ta edición).
- 3.4. Catálogos BUEHLER Y STRUERS.
- 3.5. Tabla de colores de Interferencia – Michel Lévy
- 3.6. Mineralogía Óptica- P. F. Kerr (tercera edición)
- 3.7. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS.

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES.

- 5.1. El responsable del Área recibe las muestras para preparar las Láminas delgadas con su respectiva documentación.
- 5.2. El responsable del Área es el encargado de distribuir las tareas al personal de apoyo (Técnico asistente).
- 5.3. El responsable del Área ejecuta y supervisa las actividades, además realiza el control de calidad de las preparaciones. Elabora el informe de las actividades del Área de Petrotomía.
- 5.4. El técnico asistente ejecuta la actividad relacionada a la preparación de las láminas delgadas.
- 5.5. La Dirección de Laboratorios recibe las láminas delgadas preparadas, muestra de mano y la documentación respectiva para la gestión del trámite correspondiente.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO.

El responsable del Área recibe la muestra Problema a ser trabajada con su respectiva documentación; y en coordinación con el técnico asistente inician el Proceso de Preparación.

El proceso comprende las siguientes etapas:



PREPARACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS PARA ESTUDIOS PETROGRAFICOS, MINERAGRAFICOS E INCLUSIONES FLUIDAS

1. Recepción y codificación.
2. Corte inicial.
3. Impregnación.
4. Lapeado preliminar.
5. Lapeado intermedio.
6. Lapeado fino.
7. Pegado al portaobjeto.
8. Segundo Corte.
9. Desbaste inicial (100 micras).
10. Desbaste intermedio (40 micras).
11. Desbaste fino (30 micras *aproximadamente*).
12. Control de calidad (Lamina delgada)
13. Montaje al cubreobjeto.
14. Pulido preliminar.
15. Pulido intermedio.
16. Pulido fino.
17. Control de calidad (Lamina pulida).
18. Limpieza, rotulado y codificación.

6.1. RECEPCIÓN Y CODIFICACIÓN.

- 6.1.1. Las muestras provenientes del laboratorio de petromineralogía deben ser contabilizadas, corroborando la codificación según su Solicitud (DL-F-160), las muestras deben estar marcadas señalando el área de cortes según el estudio que demanden.
- 6.1.2. Las muestras provenientes de las direcciones de línea deben ser contabilizadas corroborando la codificación según su solicitud (DL-F-160), no es requisito indispensable que presenten las marcas o líneas de corte.
- 6.1.3. El **tamaño aproximado promedio**, necesario de muestra para llevar a cabo un proceso de preparación, **es como se detalla en el siguiente cuadro:**

Producto Solicitado	Tamaño o Cantidad mínima de la muestra		Tamaño o Cantidad máxima de la muestra	
	Roca	Material Suelto	Roca	Material Suelto
Lamina Delgada	12x10x5	60 gramos	20x20x10	200 gramos
Lamina Delgada Pulida	12x10x5	-	20x20x10	-
Lamina Delgada Doblemente Pulida	12x10x5	-	20x20x10	-



En el caso de material suelto se procederá a encapsular como una briqueta pulida cuya preparación se indica en el Instructivo DL-I-003

PREPARACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS PARA ESTUDIOS PETROGRAFICOS, MINERAGRAFICOS E INCLUSIONES FLUIDAS

- 6.1.4.** Si la muestra no presenta las características necesarias, se le debe comunicar al laboratorio pertinente o al responsable de las muestras acerca de la observación.
- 6.1.5.** Si la solicitud procede; las muestras son registradas con un código de Área (día + mes + año + número correlativo) al Libro de Registro de Muestras, además registrar la observación de la muestra, este registro debe ser firmado y constatado por el laboratorio correspondiente o responsable de las muestras.

6.2. CORTE INICIAL.

- 6.2.1.** Haciendo uso de la cortadora *semi*-automática Discotom-65 (EAP-002) o mecánica-*manuela* se procede a cortar las muestras geológicas (rocas) tomando en consideración las marcas o líneas de corte generadas por el cliente y la representatividad de la muestra de mano, este proceso da como resultado un Chip 5x3x2cm³ aproximadamente.
- 6.2.2.** Si la muestra Problema no cuenta con las dimensiones adecuadas, se corta en formas de galletas de 2 a 5 mm de espesor.

6.3. IMPREGNACIÓN.

- 6.3.1.** Se procede a impregnar la muestra cortada. (Chip)
- 6.3.2.** La impregnación consiste en calentar el Chip o galleta (140°C), luego en caliente inyectar un aglutinante sobre una de sus caras a fin fijar todos los componentes de la muestra, así también, cubrir la porosidad y fracturas que esta pudiera tener. Este aglutinante por lo general son resinas Epóxica.
- 6.3.3.** Para el caso de muestras que presentan excesiva alteración o no son aptas para la etapa de Corte Inicial, serán impregnadas a fin de compactar la muestra.

6.4. ETAPA DE LAPEADO.

- 6.4.1.** El lapeado es una operación de mecanizado en la que se frota dos superficies con un abrasivo de grano muy fino entre ambas usando un líquido como lubricante, para mejorar el acabado y disminuir la rugosidad superficial.
- 6.4.2.** No existe una regla definida sobre la duración de esta etapa debido a que esta depende de las características y de la dureza de la muestra. Esta etapa de preparación no debe exceder los 10 minutos por muestra. Esta operación se realiza específicamente en tres etapas, el cual se detalla a continuación.

6.5. LAPEADO PRELIMINAR.

- 6.5.1.** Haciendo uso de la pulidora semiautomática Rotopol-35 (EAP-008), el disco magnético (N° 120) y lubricante adecuados se lleva a cabo el lapeado preliminar de la muestra con la finalidad de eliminar el deterioro y deformación en la superficie de la muestra por efecto de la etapa de preparación Corte Inicial.
- 6.5.2.** Se programa la pulidora con los siguientes parámetros:

VARIABLE	PARÁMETRO
Tiempo	1-10 minutos
Disco magnético	N° 120



6.5.3. Para el Trabajo con galletas el proceso de lapeado se hace de forma manual sobre una superficie de vidrio triple, con Carburo de silicio (CSi) N°120 en polvo como abrasivo y agua como lubricante.

6.6. LAPEADO INTERMEDIO.

6.6.1. Haciendo uso de la pulidora semiautomática Rotopol-35 (EAP-008), el disco magnético (N°500) y lubricante adecuados se lleva a cabo el lapeado intermedio de la muestra, con la finalidad de eliminar el deterioro y la deformación en la superficie de la muestra por efecto del lapeado preliminar.

6.6.2. Se programa la pulidora con los siguientes parámetros:

VARIABLE	PARÁMETRO
Tiempo	1-10 minutos
Disco magnético	N° 500

6.6.3. Para el Trabajo con galletas el proceso de lapeado se hace de forma manual sobre una superficie de vidrio triple, con Carburo de silicio (CSi) N°400 en polvo como abrasivo y agua como lubricante.

6.7. LAPEADO FINO.

6.7.1. Haciendo uso de la pulidora semiautomática Rotopol-35 (EAP-008), el disco magnético (N°1200) y lubricante adecuados se lleva a cabo el lapeado fino de la muestra con la finalidad de eliminar el deterioro y deformación de la superficie de la muestra por efecto del lapeado intermedio.

6.7.2. Se programa la pulidora con los siguientes parámetros:

VARIABLE	PARÁMETRO
Tiempo	0-5 minutos
Disco magnético	N° 1200

6.7.3. Para el Trabajo con galletas el proceso de lapeado se hace de forma manual en dos etapas sobre una superficie de vidrio triple, con Carburo de silicio (CSi) N°600 y N°1000 en polvo como abrasivo y agua como lubricante.

6.7.4. Finalizada la etapa del lapeado fino la muestra debe presentar una superficie totalmente plana, lisa sin porosidad ni rayaduras ajenas al lapeado.



PREPARACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS PARA ESTUDIOS PETROGRAFICOS, MINERAGRAFICOS E INCLUSIONES FLUIDAS

6.8. PEGADO DE LA MUESTRA AL PORTAOBJETO.

- 6.8.1. En el caso de Chips para láminas delgadas doblemente pulidas, antes de la Etapa Pegado de la Muestra al Portaobjeto, esta requiere necesariamente dos etapas anteriores la cual son "Etapa de Pulido" y "Control de Calidad". El cual se anexa en el Instructivo DL-I-003.
- 6.8.2. Utilizando la estufa o cocinilla eléctrica ROBAX (EAP-016) a una temperatura de 140°C (284°F), se lleva a cabo el pegado de la muestra o chip sobre la superficie trabajada, utilizando cemento THERMOPLASTIC LAKESIDE L70C.
- 6.8.3. Se coloca la muestra y el portaobjeto sobre la cocinilla caliente por 2 minutos aproximadamente.
- 6.8.4. Se aplica una película del pegamento tanto a la superficie pulida de la muestra como a la superficie del portaobjeto, esta película de cemento cumplirá la función de aglutinante. Mantener calentando durante 20 segundos.
- 6.8.5. Se unen ambas superficies montando el portaobjetos sobre la muestra.
- 6.8.6. Sacar la muestra y el portaobjetos de la cocinilla y presionar cuidadosamente moviendo de un lado para otro el portaobjeto a fin de eliminar las burbujas de aire y el exceso de aglutinante.
- 6.8.7. Dejar enfriar la muestra pegada, luego marcar la muestra sobre el portaobjeto colocando el código de la muestra con un marcador de vidrio diamantado.

6.9. SEGUNDO CORTE DEL CHIP.

- 6.9.1. Utilizando el equipo semiautomático de corte DISCOPLAN-TS (EAP-003) y la sierra diamantada tipo borde continuo, se lleva a cabo el segundo corte de la muestra o Chip. Los espesores requeridos para las siguientes etapas se detalla en el siguiente cuadro.

Muestra	Espesor
Chip – Lámina Delgada Pulida	1000±50 micrómetros.

6.10. ETAPA DE DESBASTE.

- 6.10.1. Mediante el desbaste se consigue poner al descubierto la superficie del material, reducir el espesor de mismo eliminando todo lo que pudiera obstaculizar sus características naturales, a la vez que se obtiene una superficie plana con pequeña rugosidad.

6.11. DESBASTE INICIAL.

- 6.11.1. Haciendo uso del equipo de desbaste semiautomático Discoplan TS (EAP-003) o mediante la desbastadora mecánica HERMANOS MONTES (EAP-009) se procede a reducir el espesor de las galletas y/o chips de Láminas Delgadas y Delgada/Pulida, hasta un espesor de 100 micras aproximadamente.
- 6.11.2. Para el caso de desbaste manual, el control de espesor es mediante la propiedad de birrefringencia del cuarzo o plagioclasas, se toma como referencia el libro Mineralogía Óptica- P. F. Kerr (tercera edición), pag.73 Fig. 5-22. Variación de la retardación con el espesor del cuarzo.
- 6.11.3. Para el caso de los Chips – Lámina Delgada Doblemente Pulida, la etapa de desbaste inicial se realizará hasta alcanzar 200 micras de espesor aproximadamente.

6.12. DESBASTE INTERMEDIO.

PREPARACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS PARA ESTUDIOS PETROGRAFICOS, MINERAGRAFICOS E INCLUSIONES FLUIDAS

- 6.12.1. Haciendo uso del equipo de desbaste semiautomático Discoplan TS (EAP-003) o la desbastadora mecánica se procede a reducir el espesor de las galletas o chips de Láminas Delgadas y Delgada/Pulida, de 100 a 40 micras aproximadamente.
- 6.12.2. El control del espesor de las Láminas delgadas se realiza mediante la Tabla de colores de Interferencia de Michel Levy (Anexo 12.6), **y el uso del micrómetro digital.**

6.13. DESBASTE FINAL.

- 6.13.1. El desbaste final se hace manualmente haciendo uso del abrasivo en polvo adecuado (N°1000) se aplica por fricción sobre un vidrio triple con la acción de un aglutinante que por lo general es agua; hasta alcanzar el espesor de 30 micras **aproximadamente.**
- 6.13.2. El tiempo de duración en este proceso estará en función de la compactación, complejidad y dureza (Mohs) de la muestra.
- 6.13.3. El control del espesor de las Láminas delgadas se realiza mediante la Tabla de colores de Interferencia de Michel Levy (Anexo 12.6), **y el uso del micrómetro digital.**

6.14. CONTROL DE CALIDAD LÁMINA DELGADA.

- 6.14.1. Para el control de espesores para secciones delgadas y secciones delgadas pulidas, el control de calidad se procede en intervalos durante la etapa de desbaste final; utilizando el microscópico de polarización de luz transmitida (EAP-011).
- 6.14.2. Las Láminas deben presentar los espesores correspondientes al estudio a realizarse. Tomando como referencia la coloración del cuarzo, plagioclasas, etcétera a fin de alcanzar las 30 μm **aproximadamente** de espesor (para láminas delgadas y delgadas pulidas) y 140 μm **aproximadamente** de espesor para láminas delgadas doblemente pulidas.
- 6.14.3. La toma de coloración (Birrefringencia) del cuarzo, plagioclasas, etc. Están basadas en la Tabla de Michel Levy (Anexo 12.6)
- 6.14.4. Las láminas delgadas pulidas y doblemente pulidas deben pasar por una etapa de pulido (lámina delgada pulida) y dos etapas de pulidos (una en cada cara) para láminas delgadas doblemente pulidas. El procedimiento de la etapa de pulido para estos productos se detalla en el instructivo de preparación de briquetas pulidas DL-I-003.
- 6.14.5. Para el control de pulido para láminas delgadas pulidas y doblemente pulidas, el control de calidad se procede en intervalos en la última etapa de pulido (Pulido fino); utilizando el microscopio de polarización de luz reflejada (EAP-010). Como detalla el instructivo DL-I-003.
- 6.14.6. Las características que deben presentar una Lámina delgada doblemente pulida preparada de óptima calidad son las siguientes.

- a) La lámina debe presentar ángulo de reflexión constante cuando se le observa al microscopio de luz reflejada.
- b) La lámina no debe tener relieve entre fases duras y fases blandas.
- c) La lámina no debe presentar rayaduras en la superficie pulida.
- d) La lámina no debe presentar contaminación.
- e) La lámina presentar cola de cometa.
- f) La lámina no debe tener falsa porosidad.
- g) La lámina no debe tener grietas.
- h) La lámina no debe tener arranques en la superficie pulida.
- i) No debe presentar redondeo de bordes.
- j) No debe presentar aplastamiento.



- k) La lámina debe tener 140 micras *aproximadamente* de espesor cuando se le observa al microscopio de luz transmitida.

6.14.7. Al finalizar, la muestra además de ser de óptima calidad, donde se pueda determinar la composición mineralógica a través del microscopio de polarización de luz reflejada, también tiene que identificarse nítidamente las oclusiones presentes en láminas delgadas doblemente pulidas por medio del microscopio de polarización de luz transmitida.

Nota: En la etapa de Control de Calidad, las muestras que no cumplen con las características de calidad establecidas por el Área de Petrotomía, serán descartadas y **registradas en el** formato SGC-F-013 como producto no conforme.

Las muestras descartadas será reemplazadas por sus respectivos duplicados o muestras reemplazo, pasaran por el mismo método de preparación y control de calidad establecidos.

6.15. MONTAJE AL CUBREOBJETO (SOLO LAMINAS DELGADAS)

- 6.15.1.** Una vez que la lámina delgada tiene el espesor de 30 micras, se limpia quitándole el excedente del pegamento y cualquier cuerpo extraño (partículas de abrasivo).
- 6.15.2.** Se aplica un gota de Resina Epóxica preparada (Resina + Endurecedor) sobre la superficie libre de la lámina.
- 6.15.3.** Se coloca la lámina de cubierta o cubreobjeto sobre la gota de resina.
- 6.15.4.** Presionar cuidadosamente el vidrio de cubierta con una pinza especial para expulsar las burbujas de aire atrapadas y el excedente de Resina.
- 6.15.5.** Colocar la lámina delgada sobre la Plancha eléctrica ROBAX (EAP-016) a 40°C aproximadamente por un tiempo de 2 horas.

6.16. LIMPIEZA, ROTULADO Y CODIFICACIÓN.

- 6.16.1.** Para Láminas delgadas el proceso de limpieza se realiza mediante la aplicación un disolvente, este puede ser xilol o alcohol.
- 6.16.2.** Para láminas delgadas pulidas y doblemente pulidas el proceso de limpieza es prioridad en cada etapa de pulido. Lavar cuidadosamente la muestra con solución limpiadora y secarla con papel especial (tisú) o similar.
- 6.16.3.** Rotular y codificar la muestra con el código de campo y de laboratorio.
- 6.16.4.** Registrar la muestra en el libro de Registro de muestras y en la base de datos del Área de Petrotomía.
- 6.16.5.** El proceso finaliza con la entrega de la Lámina preparada, la muestra de mano sobrante y el documento respectivo a la dirección de Laboratorios.

7. INSTRUCCIONES

- 7.1.** DL-I-003 Preparación de Briquetas Pulidas.

8. DURACIÓN.

- 8.1.** La duración en los procesos de preparación va depender principalmente de las características mineralógicas de las muestras y su complejidad (grado de alteración).
Tiempo empleado de preparación para una muestra natural mineralizada y muestra con presencia de oclusiones.



Lámina	Tiempo de Preparación
Delgada-pulida	3 horas

9. DIAGRAMACIÓN.

- 9.1. DL-FP-003 "Proceso de Preparación de Muestras para Estudios Microscópicos".
- 9.2. DL-FP- 004 "Proceso de Estudios Petromineralógicos".
- 9.3. DL-FP-006 "Proceso de Estudios Realizados por los Laboratorios el INGEMMET".

10. REGISTRO.

- 10.1. Libro de REGISTRO DE MUESTRAS.
- 10.2. Base de datos digital – (H/Lab Preparación de Muestras\Área_Petrotomía\DATA - REGISTRO DE SOLICITUDES
- 10.3. DL-F-160 Solicitud de Preparación y Estudios Petromineralógicos .
- 10.4. Ordenes de trabajo.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

11.1.	Portaobjeto.	Un portaobjetos es una fina placa de cristal sobre el cual se disponen objetos para su examen microscópico. Sus dimensiones típicas son de 75 mm x 25 mm. El objeto a observar suele disponerse sobre este artefacto para después situarse en el microscopio y ser observado. En ocasiones puede cubrirse la muestra con un cubreobjetos, una hoja de cristal.
11.2.	Abrasivo.	Un abrasivo es una sustancia que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico - triturado, molienda, corte, pulido. Es de elevada dureza y se emplea en todo tipo de procesos, industriales y artesanales.
11.3.	Lapeado.	El lapeado es una operación de mecanizado en la que se frotan dos superficies con un abrasivo de grano muy fino entre ambas, para mejorar el acabado y disminuir la rugosidad superficial.
11.4.	Mineralogía.	La mineralogía es la rama de la geología que estudia las propiedades físicas y químicas de los minerales que se encuentran en el planeta en sus diferentes estados de agregación.
11.5.	Lámina.	Una lámina es un objeto cuya superficie es muy superior a su espesor. En ingeniería estructural, una lámina es un elemento estructural que geoméricamente es una superficie, llamada superficie media, a la que se añade un cierto espesor, de tal manera que este espesor sea pequeño comparado con las dimensiones de la lámina y a su vez pequeña comparada con los radios de curvatura de la superficie.



11.6.	Angulo de reflexión.	Angulo formado entre la dirección de un haz luminoso reflejado y la perpendicular a la superficie reflectora. Es igual al ángulo de incidencia.
11.7.	Impregnar.	Hacer que una sustancia, generalmente un líquido, quede adherida a la superficie de un cuerpo.
11.8.	Minerales Opacos.	Los minerales opacos son aquellos minerales que no tramiten luz cuando se examinan en lámina delgada. Minerales óxidos (magnetita, ilmenita), sulfuros (pirita) y grafito son algunos de los minerales opacos más comunes.
11.9	Birrefringencia	La birrefringencia o doble refracción es una propiedad óptica de ciertos cuerpos, especialmente la calcita, de desdoblar un rayo de luz incidente en dos rayos linealmente polarizados de manera perpendicular entre sí como si el material tuviera dos índices de refracción distintos
11.10.	Control de Calidad.	El control de calidad son todos los mecanismos, acciones, herramientas que utilizamos para detectar la presencia de errores.

12. ANEXOS.

12.1. Equipo Plancha Eléctrica CAT H30/45 – La Tabla Conversión de Temperatura (°C) a Porcentaje es la siguiente:

°C	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
%	11	14	17	20	23	26	29	31	34	37	40	43	46	49	51	54

°C	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
%	57	60	63	66	69	71	74	77	80	83	86	89	91	94	97	100

Tomando en cuenta que la temperatura mínima y máxima son 40 y 350 °C respectivamente

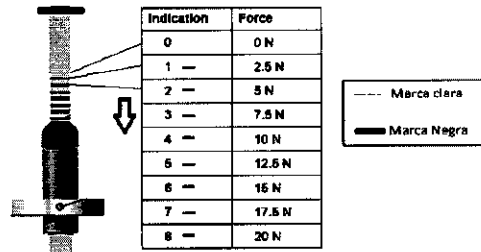


Fuente: Especificaciones Técnicas del equipo en <http://www.cat-ing.de>

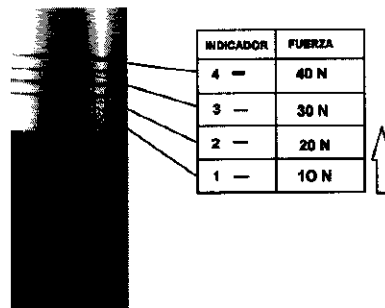


PREPARACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS PARA ESTUDIOS PETROGRAFICOS, MINERAGRAFICOS E INCLUSIONES FLUIDAS

12.2. Equipo ROTO POL - La escala de fuerza para el ajuste de presión en el equipo es la siguiente:



12.3. Equipo LABO POL - La escala de fuerza para el ajustamiento de presión en el equipo es la siguiente:




12.4. Microscopio de Polarización – Etapa de Control de Calidad (Área de Petrotomía).



12.5. FEPA – abrasivos Carborundum

	FEPA	COMPOSICIÓN	GRANULOMETRÍA
N°400	P800	CSi	26-20 micras
N°1000	P2000	CSi	10-8 micras

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-002 Versión : 05 Fecha aprob.: 12/05/2016
	PREPARACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS PARA ESTUDIOS PETROGRAFICOS, MINERAGRAFICOS E INCLUSIONES FLUIDAS	Página : 11 de 11

12.6. Uso de la tabla de Michel Levi.

Aprovechando las propiedades ópticas (Birrefringencia) que poseen los minerales, controlaremos el espesor en micras de la muestra vs su coloración de interferencia cuando es incidido con una luz polarizada en una determinada superficie del cristal.


1° Se ubica el mineral que deseamos tomar como referencia para el control de espesor, en este caso el cuarzo que posee una birrefringencia de 0.009.

2° Según la coloración que presenta el cuarzo al ser visto por medio del microscópico de polarización de luz transmitida, ubicaremos en la tabla siguiendo su línea de ubicación de birrefringencia e intersectándola con la línea de espesor en dicha área donde se ha ubicado el color de interferencia.


3° seguidamente se tabula o se aproxima el espesor resultante en micras o milímetros.

Aprobado por :	Leonardo Edwin Loaiza Choque ASISTENTE
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-003
	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	Versión : 05 Fecha aprob: 12/05/2016 Página : 1 de 8

1. **FINALIDAD.**
Preparar una Briquea pulida o sección Pulida a partir de una muestra natural, que puede ser: Una roca de mena, mineralizada, o material suelto como concentrado, relaves etc. Manteniendo sus de características naturales para facilitar su posterior estudio y determinación de la composición mineragráfica de la muestra.
2. **ALCANCE.**
Desde la recepción de la muestra de campo con su respectiva documentación para su preparación, hasta la entrega de la Sección pulida a la Dirección de Laboratorios.
3. **DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL**
 - 3.1. Mineralogía Óptica de DANNA.
 - 3.2. Catálogos BUEHLER Y STRUERS.
 - 3.3. Manual de Mineralogía- CORNELIS KLEIN (4ta edición).
 - 3.4. Manuales de Equipos Pulidoras, Cortadoras y Desbastadoras.
 - 3.5. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**
4. **REQUISITOS.**
No aplica
5. **RESPONSABILIDADES.**
 - 5.1. El responsable del área recibe las muestras para la preparación de las briquetas pulidas y su documentación respectiva. Es el encargado de distribuir las tarea al personal de apoyo (Técnico asistente). Ejecuta y supervisa las actividades, además realiza el control de calidad de las preparaciones. Elabora los informes de las actividades del Área de Petrotomía.
 - 5.2. El técnico asistente realiza las actividades relacionadas a la preparación de briquetas pulidas.
 - 5.3. La Dirección de Laboratorios recibe las briquetas pulidas preparadas, muestras de mano y la documentación respectiva para la gestión del trámite correspondiente.
6. **ETAPAS DEL INSTRUCTIVO.**
 - 6.1. El técnico responsable del Área recibe las muestras a ser trabajadas y en coordinación con el Técnico asistente inicia las actividades.
 - 6.2. Etapas de la preparación:
 1. Ingreso y codificación de la muestra.
 2. Corte inicial o encapsulado si es material suelto. (relaves, concentrado etc.)
 3. Impregnación.
 4. Encapsulado.
 5. Lapeado preliminar.
 6. Lapeado intermedio.
 7. Lapeado final.
 8. Pulido preliminar
 9. Pulido intermedio.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-003 Versión : 05 Fecha aprob: 12/05/2016
	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	Página : 2 de 8

- 10. Pulido fino.
- 11. Control de calidad.
- 12. Limpieza, rotulado y codificación.
- 13. Registro.

6.1 INGRESO Y CODIFICACIÓN DE LA MUESTRA.

- 6.1.1. La muestra ingresa al Laboratorio y se registra con el código de campo y un código de laboratorio, en el libro de control de muestras y en una base de datos.

6.2. CORTE INICIAL.

- 6.2.1. Haciendo uso de la cortadora Semiautomática Discotom-65 (EAP-002) o mecánica *manual* se procede a cortar las muestras geológicas (rocas) tomando en consideración las marcas o líneas de corte generadas por el cliente y la representatividad de la muestra de mano, este proceso da como resultado una muestra representativa de forma circular de 30 a 35 mm de diámetro *aproximadamente*.

6.3. IMPREGNACIÓN.

- 6.3.1. Se procede a impregnar la muestra cortada.
- 6.3.2. Se calienta la muestra para inyectar un aglutinante sobre la porosidad y las fracturas que pudiera tener la muestra, esto a fin de facilitar su tratamiento durante el proceso. Este aglutinante debe ser resina Epóxica dosificando en cantidades apropiadas sobre la superficie de la muestra protegiendo la integridad de esta durante todos los procesos siguientes.
- 6.3.3. Para el caso de muestras que presentan excesiva alteración o no son aptas para la etapa de Corte Inicial, serán impregnadas a fin de compactar la muestra.


6.4. ENCAPSULADO.

- 6.4.1. La muestra es encapsulada dentro de un molde redondo de 40 mm de diámetro, estandarizado universalmente para el tamaño de una briqueta; y que facilita su manipulación para mejor protección de la muestra.
- 6.4.2. El encapsulado de la muestra debe hacerse utilizando una resina en frío para evitar la alteración de los componentes de la muestra, sobre todo si se trata de sulfosales que son muy volátiles al calor. Para la mayoría de los casos se recomienda usar las resinas acrílicas o epóxicas con sus respectivos agentes endurecedores. En esta etapa del proceso la muestra se convierte en una briqueta.

6.5. ETAPA DE LAPEADO

- 6.5.1. El lapeado es una operación de mecanizado en la que se frotran dos superficies con un abrasivo de grano muy fino entre ambas usando un líquido como lubricante, para mejorar el acabado y disminuir la rugosidad superficial.
- 6.5.2. No existe una regla definida sobre la duración de esta etapa debido a que esta depende de las características y de la dureza de la muestra. Esta etapa de preparación no debe exceder los 10 minutos por muestra. Esta operación se realiza específicamente en tres etapas, el cual se detalla a continuación.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-003
	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	Versión : 05 Fecha aprob: 12/05/2016 Página : 3 de 8

6.6. LAPEADO PRELIMINAR.

6.6.1. Haciendo el uso de la pulidora semiautomática Rotopol-35 (EAP-008), el disco magnético adecuado (N°120) y el lubricante apropiado se lleva a cabo el lapeado preliminar de la briqueta, con la finalidad de eliminar el deterioro de la superficie de la briqueta, a causa de la deformación producida por la etapa de corte inicial.

6.6.2. Se programa la pulidora con los siguientes parámetros:

VARIABLE	PARÁMETRO
Tiempo	0-10 minutos
Disco magnético	N° 120

6.7. LAPEADO INTERMEDIO.

6.7.1. Haciendo uso de la pulidora semiautomática Rotopol-35 (EAP-008), el disco magnético adecuado (N°500) y el lubricante apropiado se lleva a cabo el lapeado intermedio de la briqueta, con la finalidad de eliminar el deterioro y la deformación de la superficie de la briqueta, producido por el efecto del lapeado preliminar.

6.7.2. Se programa la pulidora con los siguientes parámetros:

VARIABLE	PARÁMETRO
Tiempo	0-10 minutos
Disco magnético	N° 500

6.8. LAPEADO FINO.

6.8.1. Haciendo uso de la pulidora semiautomática Rotopol-35 (EAP-008) y el disco magnético adecuado (N°1200) el lubricante adecuado se lleva a cabo el lapeado fino de la briqueta con la finalidad de eliminar el deterioro y la deformación de la superficie de la briqueta por la deformación producida por efecto del lapeado intermedio. Máximo 5 minutos.

6.8.2. Se programa la pulidora con los siguientes parámetros:

VARIABLE	PARÁMETRO
Tiempo	0-5 minutos
Disco magnético	N° 1200



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-003
	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	Versión : 05 Fecha aprob: 12/05/2016 Página : 4 de 8

6.8.3. Al finalizar todas las etapas de lapeado de la briqueta. Esta debe cumplir con las siguientes características:

- a. La briqueta no debe presentar microporosidad.
- b. La briqueta no debe presentar rayaduras.
- c. La briqueta debe tener una superficie totalmente plana.

6.9. PULIDO PRELIMINAR.

6.9.1. Haciendo uso de la pulidora semiautomática Labopol-6 (EAP 004), paños, lubricantes y las suspensiones de diamante adecuados; se lleva a cabo el pulido preliminar de la briqueta, con la finalidad de eliminar el deterioro y la deformación de la superficie de la briqueta por el deterioro producido por efecto del lapeado fino.

6.9.2. El pulido es el paso más importante de todo el proceso de la preparación de una briqueta. La calidad de una briqueta depende de todas las etapas de pulido.

6.9.3. Suspensiones de diamante de 6 o 10 micrones de tamaño de partículas, son las más adecuadas para esta etapa de pulido: ya que pulen por igual fases de diferente dureza de una briqueta.

6.9.4. El único requisito a tener en cuenta con el diamante en suspensión es que para obtener un alto grado de extracción del material, se debe aplicar dosificadamente; se programa la pulidora con tiempos de trabajo (entre 3 a 8 minutos), velocidad (400 – 600 rpm) y presión (30 a 40 Newton), dependiendo de la complejidad de los minerales que contenga la muestra.

6.9.5. Los lubricantes que se utilizan en esta etapa del pulido deben ser; A base de agua, Alcohol y Aceite, dependiendo del tipo de minerales que contiene la briqueta a ser pulida. Es criterio del técnico que utilizará el lubricante adecuado.

6.9.6. La amplia gama de dureza que contienen los componentes una briqueta aumenta la posibilidad que se forme relieve.


6.9.7. Los paños que se utilizan en esta etapa de pulido deben ser paños autoadhesivos o magnéticos, sin pelo o con poco pelo, deben tener baja elasticidad y buenas propiedades de retención de la suspensión de diamante, pueden ser de material de nylon texmet o algún material químico sintético textil.

6.10. PULIDO INTERMEDIO.

6.10.1. Haciendo uso de la pulidora semiautomática Labopol-6, con los paños y suspensiones de diamante adecuados, se lleva a cabo el pulido intermedio de una briqueta. Con la finalidad de eliminar la deformación de la superficie de la briqueta, producida por efecto del pulido preliminar.

6.10.2. Suspensiones de diamante de 3 a 6 micrones de tamaño de partícula son las más adecuadas en esta etapa del pulido.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-003
	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	Versión : 05 Fecha aprob: 12/05/2016 Página : 5 de 8

6.10.3. Se programa el equipo, con dosificaciones adecuadas de suspensión de diamante, tiempos de trabajo (3 a 4 minutos), velocidad (300 rpm) y presión (20 Newton) dependiendo de la complejidad de la muestra.

6.10.4. El lubricante que se aplica en esta etapa de pulido debe ser a base de agua, alcohol y aceite dependiendo de la composición mineralógica de la muestra que se va a pulir. Es criterio del técnico que utilizara el lubricante adecuado.

6.10.5. Los paños que se utilizan en esta etapa de pulido también deben ser los adecuados. Deben ser paños autoadhesivos o magnético con poco pelo deben tener baja elasticidad y buena propiedad de retención de la suspensión de diamante, pueden ser material texmet o veltex o algún material químico sintético textil similar.

6.11. PULIDO FINO.

6.11.1. El pulido fino es la última etapa de pulido de una briqueta.

6.11.2. Haciendo uso de la pulidora semiautomática Labopol-6, con los paños y suspensiones de diamante adecuados, se lleva a cabo el pulido fino de una briqueta; con la finalidad de eliminar todo tipo de deformación que pudiera quedar en la superficie de la briqueta por efecto del pulido de todas las etapas de pulidos anteriores.

6.11.3. Suspensiones de diamante de 1 a ¼ de micrón del tamaño de la partícula son los más adecuados en esta etapa del pulido.

6.11.4. Se programa el equipo con la dosificación adecuada de suspensión de diamante, tiempo (1 minuto), velocidad (100 a 150 rpm) y presión (10 Newton), dependiendo de la complejidad de los minerales que presenta la briqueta.

6.11.5. El lubricante que se utiliza en esta etapa de pulido, debe ser a base de agua, alcohol o aceite, dependiendo de la complejidad de la briqueta. Es criterio del técnico que utilice el lubricante adecuado.

6.11.6. Los paños que se utilizan en esta etapa del pulido deben ser los adecuados: Deben ser paños autoadhesivos o magnéticos con pelo, deben tener baja elasticidad y buena propiedad de retención de la suspensión de diamante; pueden ser de material microcloth o microfloc o algún material químico sintético textil similar.


6.12. CONTROL DE CALIDAD.

6.12.1. El control de calidad de la preparación de una briqueta. Se hace a intervalos durante la última etapa del pulido fino, con la finalidad de lograr un producto de óptima calidad; este control se lleva a cabo con el microscopio de polarización de luz reflejada.

6.12.2. Las características que deben presentar una briqueta preparada de óptima calidad son las siguientes.

- a. La briqueta debe presentar ángulo de reflexión constante cuando se le observa al microscopio de luz reflejada.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-003 Versión : 05 Fecha aprob: 12/05/2016
	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	Página : 6 de 8

- b. La briqueta no debe tener relieve entre fases duras y fases blandas.
- c. La briqueta no debe presentar rayaduras en la superficie pulida.
- d. La briqueta no debe presentar contaminación.
- e. La briqueta no debe presentar cola de cometa.
- f. La briqueta no debe tener falsa porosidad.
- g. La briqueta no debe tener grietas.
- h. La briqueta no debe tener arranques en la superficie pulida.
- i. No debe presentar redondeo de bordes.
- j. No debe presentar aplastamiento.

6.13. Limpieza, Rotulado y Codificación.

6.13.1. La limpieza es de una absoluta necesidad en todas las etapas del proceso del pulido de una briqueta. La diferencia en los resultados finales se deben más bien a la falta de cuidado y trabajo de la mala calidad o materiales defectuosos; las briquetas deben lavarse cuidadosamente con detergente después de cada etapa de pulido para evitar que la próxima suspensión más fina se contamine con las partículas de la suspensión de diamante anterior.

6.13.2. Se rotula y se codifica la briqueta con el código de campo y de laboratorio.

6.13.3. Se registra la muestra en el libro de control de muestras y en la base de datos digital.

6.13.4. Este proceso finaliza con la entrega de la briqueta, muestra de mano sobrante y documento respectivo a la Dirección de Laboratorios.

7. INSTRUCCIONES.

No aplica.

8. DURACIÓN.

8.1. La duración en los procesos de preparación va depender principalmente de las características mineralógicas de las muestras. El tiempo empleado de preparación para una muestra natural mineralizada es de 6 horas.

9. DIAGRAMACIÓN.

9.1. DL-FP-3 Proceso de Preparación de Muestras para Estudios Microscópicos.

9.2. DL-FP-4 Proceso de Estudios Petromineralógicos.

10. REGISTROS.


10.1. Libro registro de muestras.

10.2. Base de Datos en Excel.

10.3. DL-F-160 Solicitud de preparación y estudios petromineralógicos.

10.4. Órdenes de trabajo.



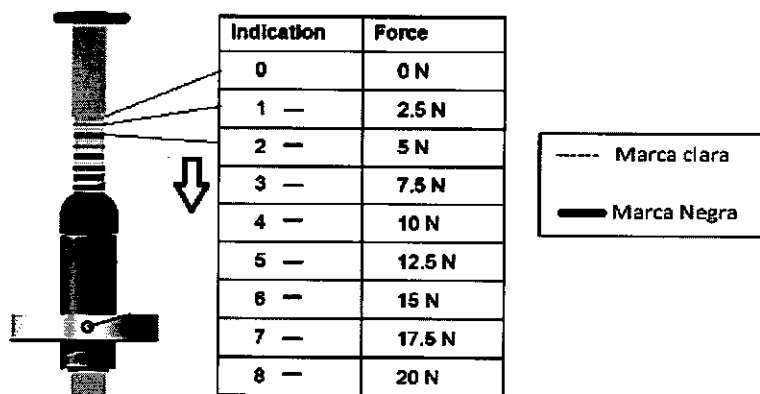
	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-003
	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	Versión : 05 Fecha aprob: 12/05/2016 Página : 7 de 8


11. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

11.1.	Abrasivo.	Un abrasivo es una sustancia que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico - triturado, <u>molienda</u> , corte, pulido. Es de elevada dureza y se emplea en todo tipo de procesos, industriales y artesanales.
11.2.	Mineralogía.	La mineralogía es la rama de la <u>geología</u> que estudia las propiedades físicas y químicas de los minerales que se encuentran en el planeta en sus diferentes estados de agregación.
11.3.	Angulo de reflexión.	Angulo formado entre la dirección de un haz luminoso reflejado y la perpendicular a la superficie reflectora. Es igual al ángulo de incidencia.
11.4.	Impregnar.	Hacer que una sustancia, generalmente un líquido, quede adherida a la superficie de un cuerpo.
11.5.	Minerales Opacos.	Los minerales opacos son aquellos <u>minerales</u> que no tramiten luz cuando se examinan en <u>lámina delgada</u> . <u>Minerales</u> óxidos (la <u>magnetita</u> , <u>ilmenita</u>), <u>sulfuros</u> (como la <u>pirita</u>) y <u>grafito</u> son algunos de los minerales opacos más comunes.
11.6.	Control de Calidad.	El control de <u>calidad</u> son todos los mecanismos, acciones, herramientas que utilizamos para detectar la presencia de errores.

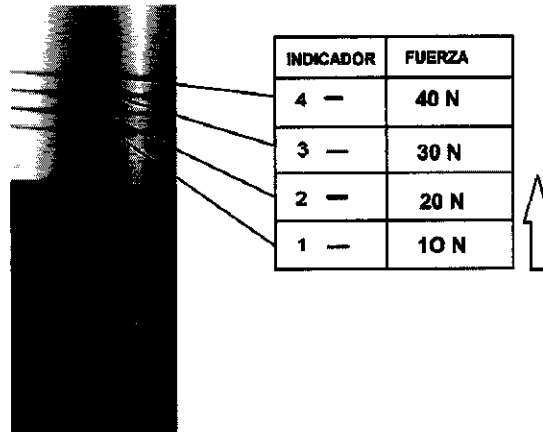
12. ANEXOS.

12.1. Equipo ROTO POL - La escala de fuerza para el ajuste de presión en el equipo es la siguiente:

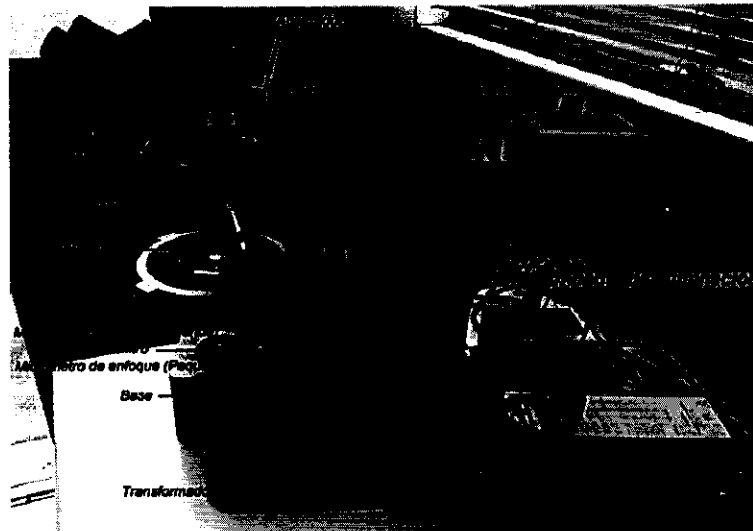


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-003 Versión : 05 Fecha aprob: 12/05/2016
	PREPARACIÓN DE BRIQUETAS PULIDAS	Página : 8 de 8

12.2. Equipo LABO POL - La escala de fuerza para el ajustamiento de presión en el equipo es la siguiente:




12.3. Microscopio de Polarización – Etapa de Control de Calidad (Área de Petrotomía).



Aprobado por :	Leonardo Edwin Loaiza Choque ASISTENTE
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IÓNICO-DIONEX 2000	Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016 Página : 1 de 9

1. FINALIDAD

Determinar cuantitativamente por el método de Cromatografía Iónica las concentraciones de los siguientes aniones: F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ en muestras de aguas.

2. ALCANCE

Correcto funcionamiento del Cromatógrafo iónico marca DIONEX Modelo ICS-2000, para la determinación de iones en diferentes tipos de muestras de aguas con la ayuda del software Chromeleon. Este método es aplicable, después de filtrar y remover partículas mayores a 0,2 um, en muestras de agua potable, superficiales, residuales y subterráneas. También, pueden ser analizadas con este método aguas de algunos procesos industriales como aguas de calderas y aguas de enfriamiento.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Manual DIONEX – PRESSURIZABLE RESERVOIR INSTALLATION INSTRUCTIONS.
- 3.2. Manual DIONEX - Preventive Maintenance Procedure for ICS-1000, ICS-1500, and ICS-2000 Ion Chromatography Systems.
- 3.3. Manual DIONEX – ICS – 2000 Ion Chromatography System Installation Instructions.
- 3.4. *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. REQUISITOS

No Aplica

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El Analista, es el encargado de realizar la preparación de estándares para determinar la curva de calibración.
- 5.2. El Analista, es el encargado de realizar la lectura de los analitos en el cromatógrafo iónico.
- 5.3. El Responsable del Laboratorio, recibe la documentación y las muestras que serán analizadas, distribuye al personal con las indicaciones respectivas, supervisa las actividades, verifica las lecturas en comparación de los estándares y muestras de control certificadas, realiza el control de calidad de los análisis. Elabora el informe de resultados de laboratorio.


6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

CONDICIONES GENERALES

6.1. EQUIPOS:

- 6.1.1 Cromatógrafo Iónico ICS-2000.
- 6.1.2 Automuestreador AS40 Automated sampler DIONEX



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005 Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IONICO-DIONEX 2000	Página : 2 de 9


6.2. ENCENDIDO DEL INSTRUMENTO

- 6.2.1. Encender la computadora.
- 6.2.2. Encender el estabilizador (verificar que la alimentación eléctrica se mantenga estable en 220v).
- 6.2.3. Encender el Automuestreador AS40.
- 6.2.4. Encender el Sistema cromatógrafo iónico.
- 6.2.5. Para realizar la interfase entre el Sistema y el Software, ubicar el icono del Chromeleon que aparecerá en la barra de tareas de Windows al lado del reloj del sistema Windows, el icono Chromeleon es de color verde con un aspa de color rojo.
- 6.2.6. Activar dándole doble click. Aparece una ventana (Chromeleon Server Monitor), la cual indica que se tiene que activar un código. Ubicar el cursor en Start, activar con un click, luego sale el número de código o serie 56808 y el icono se torna de color plomo y dice *Chromeleon Server is running idle*.
- 6.2.7. Cerrar la ventana, haciendo click en close, activándose el Sistema ICS-2000.
- 6.2.8. Luego, ubicar el cursor en el icono de Chromeleon (color verde), situado en el escritorio y darle doble click para su activación.
- 6.2.9. Aparece la ventana: Chromeleon – INGEMMET-B4B160_LOCAL/ Browser.
- 6.2.10. Luego en la barra de menú, ubicar el icono Default Panel Tabset (es el quinto icono), y darle click. Aparecerá la ventana Connect to Chromeleon Server.
- 6.2.11. Luego, darle doble click en My Computer y aparecerá el icono Chromeleon Server de color verde, y al lado izquierdo simultáneamente aparecerá escrito CROMATOGRAFO.
- 6.2.12. Después darle click en el icono Chromeleon Server y aparecerá escrito debajo de Protocol, My Computer.
- 6.2.13. Finalmente darle click en OK y aparecerá el PANEL, INGEMMET –B4B160_1.
- 6.2.14. Para que exista comunicación entre el Software y el Sistema ICS-2000, verificar que este activado Connected con un check, caso contrario activarlo con el cursor, esto se encuentra en ICS-2000 System, lado derecho de la pantalla azul.

6.3. ENCENDER LA BOMBA

- 6.3.1. Ubicar el cursor en Pump Settings y darle click, aparecerá una ventana: ICS-2000 Pump Settings – INGEMMET.
- 6.3.2. Digitar el volumen de acuerdo a lo agregado en el frasco, luego darle ENTER, grabando automáticamente.
- 6.3.3. Seguir con la purga, ubicando el cursor en PRIME y darle click, aparece un aviso, donde indica que se tiene que abrir la perilla de la válvula de presión.
- 6.3.4. Abrir la perilla, (ubicada en la parte inferior del Cromatógrafo, cerca de la columna).
- 6.3.5. En el aviso darle ACEPTAR con un click, activándose de inmediato la bomba de presión, (se observa el goteo que sale de la bomba) realizándose de esta manera la purga, controlándose el tiempo de 3.00 a 5.00 minutos.
- 6.3.6. Para una mejor purga, Introducir una jeringa para extraer las burbujas de aire. Después dejar que gotee.
- 6.3.7. Terminado el tiempo programado darle click en Off, y luego cerrar la perilla (válvula) de la bomba.
- 6.3.8. Para la purga del flujo del eluente, ubicar el cursor en Open y darle un click.
- 6.3.9. De inmediato abrir la perilla de la válvula del flujo del eluente y controlar de 3 a 5 minutos.
- 6.3.10. Terminado el tiempo programado darle click en Closed, cerrar la perilla de la válvula del eluente.
- 6.3.11. Luego darle click en CLOSE.
- 6.3.12. Para activar la bomba de presión darle click en icono PUMP OFF, aparecerá un color verde, señal de activación.
- 6.3.13. Controlar que el flujo de presión sea estable. Este rango debe estar aproximadamente entre 200 a 3000 psi.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IONICO-DIONEX 2000	Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016 Página : 3 de 9

6.4. ACTIVAR EL ELUENT GENERATOR

- 6.4.1. Activar el EluentGenerator dándole click en el icono EG Settings... apareciendo un color verde, señal de activación.
- 6.4.2. Ubicar el cursor en EG Settings... y darle click, aparece una sub-ventana.
- 6.4.3. En esta ventana verificar que CR-TC este en ON. De lo contrario activarlo ubicando el cursor en el icono Off, dándole Enter y debe estar en On.
- 6.4.4. Cerrar la ventana, dándole click en Close.

6.5. ACTIVAR EL INJECTOR

- 6.5.1. Se activa automáticamente, cuando se inyecta la muestra.
- 6.5.2. No se realiza ningún cambio de datos.

6.6. ACTIVAR LA COLUMN HEATER

- 6.6.1. Activar la ColumnHeater dándole click en el icono HeaterSettings...
- 6.6.2. Ubicar el cursor en HeaterSettings... y darle click, aparece una sub-ventana.
- 6.6.3. En esta ventana verificar que la temperatura esta activada, caso contrario darle click en Off, digitar la temperatura y darle Enter.
- 6.6.4. Cerrar la subventana, dándole click en Close.

6.7. ACTIVAR EL DETECTOR

- 6.7.1. Activar el Detector dándole click en el icono Supresor - Off... aparece un color verde, señal de activación.
- 6.7.2. Ubicar el cursor en Detector Settings... y darle click, aparece una sub-ventana.
- 6.7.3. En esta sub ventana verificar los datos, y no realizar ningún cambio.
- 6.7.4. Cerrar la sub-ventana, dándole click en Close.

6.8. ACTIVAR LA LINEA BASE

- 6.8.1. Ir a la barra de Menú, ubicar el cursor en CONTROL y darle un click.
- 6.8.2. Luego desplazar el cursor hasta ACQUISITION ON y darle un click, aparece una sub-ventana la cual indica que está activado ECD_1 con un check, luego darle un click en ACEPTAR. (Se recomienda que este desactivada la opción ECD_TOTAL)
- 6.8.3. Aparecerá la LÍNEA BASE en la pantalla azul, la cual debe estabilizarse estando menor a 2.00uS por un tiempo de 15 a 30 minutos.


6.9. ELIMINAR LA LINEA DE BASE

- 6.9.1. Para eliminar la línea base, ubicar el cursor en CONTROL y darle click.
- 6.9.2. Luego deslizar con el cursor hasta ACQUISITION ON/OFF (o punto azul) y darle click.
- 6.9.3. Desaparecerá la LINEA BASE, quedando así disponible para la corrida de las muestras a analizar.

6.10. CREAR UNA NUEVA SECUENCIA

- 6.10.1. Ubicar en Menú, FILE y darle click.
- 6.10.2. Deslizar con el cursor hasta NEW y darle click, aparecerá una ventana.
- 6.10.3. Deslizar con el cursor hasta SEQUENCE (using Wizard) y darle click en OK, aparecerá una ventana: Chromeleon Sequence Wizard: Welcome, y darle click en Siguiente.
- 6.10.4. Aparecerá una ventana Chromeleon Sequence Wizard: Step 1 of 5 Time base y darle click en My Computer, aparecerá el nombre INGEMMET B4B160_1 en el casillero libre, luego darle click en Siguiente.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005 Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IONICO-DIONEX 2000	Página : 4 de 9


- 6.10.5. Aparecerá la ventana Chromeleon Sequence Wizard: Step 2 of 5 UnknownSamples, donde se debe colocar el número de viales o muestras y darle click en Apply y luego darle click en Siguiente.
- 6.10.6. Aparecerá la ventana Chromeleon Sequence Wizard: Step3 of 5 Standard Samples, en este caso no se realiza ninguna modificación porque a los estándares ya se está considerando en la relación anterior como muestras, por lo tanto se digita en Number of Vials: CERO (0), ya que posteriormente se identificará como estándares en los casilleros – TYPE (estándar). Luego hacer click en Siguiente.
- 6.10.7. Aparecerá la ventana Chromeleon Sequence Wizard: Step 4 of 5 Methods & Reporting, Aparecerá Program y Quantification Method, en ambos tiene la opción Browse... darle click en ambos casos y seleccionar el programa y método de cuantificación, luego darle click en OPEN, y aparecerá la dirección seleccionada en ambos casos, luego darle click en Siguiente.
- 6.10.8. Aparecerá la ventana Chromeleon Sequence Wizard: Step 5 of 5 Saving the Sequence, En Sequence Name y Title digitar los nombres de la prueba. En Datasource no se modifica. En Directory, hacer click en Browse... y aparecerá la ventana Choose folder y ubicar la carpeta deseada, y darle click en OK.
- 6.10.9. Finalmente darle click en Finalizar.
- 6.10.10. Luego aparecerá la ventana Chromeleon Sequence Wizard: Done y darle click en Done.
- 6.10.11. Aparecerá el nombre dado en la parte superior de la ventana, donde se aprecia la lista de muestras.

6.11. CREAR UN NUEVO PROGRAMA

Define y describe las utilidades del programa. Presenta al Asistente Wizard, cuya función es la de guiar en la elaboración de un programa. Describe las posibilidades de reprocesado del programa. Indica las posibilidades o especificaciones de concentración del EluentGenerator y el tiempo.

- 6.11.1. Ubicar en Menú, FILE y darle click.
- 6.11.2. Deslizar con el cursor hasta NEW y darle click, aparecerá una ventana.
- 6.11.3. Deslizar con el cursor hasta PROGRAM FILE y darle click en OK, aparecerá una ventana: ProgramWizard: Select Timebase Options.
- 6.11.4. Ubicar el cursos en My Computery darle doble click, aparecerá la opción INGENMET B4-B160 _1 darle un click y aparecerá en el espacio libre debajo de Timebase el nombre de INGENMET B4-B160 _1 y luego darle click en Siguiente.
- 6.11.5. Aparecerá la ventana Program Wizard: Pump_ECDOptions, en esta ventana no hacer ninguna modificación y darle click en siguiente.
- 6.11.6. Aparecerá la ventana Program Wizard: Eluent Generator Options, en esta ventana en Mode hacer click en el icono Multi-Step-Gradient y aparecerá la gradiente de concentración Óptima inicial y final para cambiar los intervalos de concertación. En la parte inferior verificar que la trampa CR-TC este activada con un punto en ON, caso contrario activarlo y darle click en siguiente.
- 6.11.7. Aparecerá la ventana Program Wizard: Concentration Gradient Options, en esta ventana colocar el tiempo de retención y concentración según el método a realizar y darle click en Siguiente.
- 6.11.8. Aparecerá la ventana Program Wizard: Injection Options, en esta ventana verificar que los datos sean los indicados, es decir que este activado AS40 Automated Sampler, en Trigger Load Operation Using que salga Pump_ECD_Relay_1, en Load sample que este en 2.3000 y en Inject duration, específicamente en Inject Sample for que este digitado 30 y darle click en Siguiente.
- 6.11.9. Aparecerá la ventana Program Wizard: Acquisition Options, en esta ventana se digita el tiempo FROM: 0.000 min To: 15.00 minutos (de acuerdo al tiempo de lectura de cada muestra y a las especificaciones de la concentración. También debe estar activado ECD_1 con un check, luego darle click en siguiente.
- 6.11.10. Aparecerá la ventana ProgramWizard: Pump ECD – ECD-1 Options, en esta ventana verificar los datos si son los correctos: Type: ASRS_ 4 mm; Eluent Concentration: Si son 2



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IONICO-DIONEX 2000	Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016 Página : 5 de 9

concentraciones se digita la más alta; Hydroxide: 22mM; Current Set 88 la corriente se activa automáticamente, luego darle click en siguiente.

- 6.11.11. Aparecerá la ventana ProgramWizard: Relay and State Devices Options, en esta ventana no se realiza ningún cambio, darle click en siguiente.
- 6.11.12. Aparecerá la ventana ProgramWizard: Completion, en esta ventana se coloca o digita el nombre del programa y finalmente hacer click en Finalizar.
- 6.11.13. Aparecerá la ventana con los datos dados.

6.12. CREAR UN NUEVO MÉTODO (ARCHIVO QNT)

- 6.12.1. Define un método para la detección, identificación, cuantificación y evaluación de los picos.
- 6.12.2. Usar dicho método para varias muestras y secuencias con el fin de optimizar tiempos.
- 6.12.3. Para crear un método de cuantificación simple, será suficiente con introducir los datos requeridos en PeakTable.
- 6.12.4. La ventana del Archivo QNT contiene varias pestañas: General, Detection, Peak Table, Amount Table, Peak Tracking, Calibration etc, donde se podrá abrir cada hoja de trabajo mediante un click en la pestaña correspondiente, en la barra que se encuentra en la parte inferior de la ventana.
- 6.12.5. Tabla de Picos.- La tabla de picos le permitirá identificar: la Detección de picos; la Identificación de Sustancias (nombres); la Cuantificación de las Sustancias (concentración); definiendo el Método de Calibración y el Tipo de Calibración.
- 6.12.6. Guardar un Archivo QNT.- Utilice el comando SAVE AS, para guardar el método de cuantificación bajo el nombre determinado.
- 6.12.7. Modificar el Archivo QNT.- Cuando se modifica un archivo QNT, todos los cambios se aplicaran inmediatamente en todos los componentes a los que les afecte (solo si en la página de la pestaña GENERAL, se ha seleccionado el cuadro AUTO RECALIBRATE), modificando los datos del cromatograma de un canal abierto de una muestra específica dicha representación será actualizada al modificar el archivo QNT y también será aplicable a los valores numéricos en cualquier reporte.
- 6.12.8. Ubicar en Menú, FILE y darle click.
- 6.12.9. Deslizar el cursor hasta NEW y darle click, aparecerá una ventana.
- 6.12.10. Deslizar el cursor hasta METHOD FILE y darle click en OK, aparecerá una ventana: New Method, en esta ventana se escribe el nombre del título y la concentración en ppm, luego guardar y cerrar la ventana.

6.13. OBSERVACIONES GENERALES

- 6.13.1 Ver la hoja de datos (tiempos y concentraciones)
- 6.13.2 Ubicar el cursor en la extensión .pgm y darle doble click.


6.14. MANEJO MANUAL

- 6.14.1. Se retira la conexión que comunica el Automuestreador con la válvula de inyección, colocando la conexión manual que está ubicado en la parte frontal del Sistema ICS-2000, a la válvula de inyección.
- 6.14.2. La muestra se inyecta a través de una jeringa todo el volumen, (el mismo sistema se encargará de suministrar el volumen requerido).
- 6.14.3. La inyección de la muestra se realiza por la parte frontal del Sistema ICS-2000-DIONEX.

6.15. INICIAR ANALISIS

- 6.15.1. Proceso Automático: Se puede indicar un proceso automático de muestras cuando se ha definido las condiciones cromatográficas de las muestras y su orden.
- 6.15.2. El proceso automático de muestras también se le conoce como Online Batch o BatchReporting. (Batch = Lote).



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IONICO-DIONEX 2000	Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016
		Página : 6 de 9

6.16. MOVER Y COPIAR OBJETOS

- 6.16.1. Utilizar el botón izquierdo del Mouse para mover o copiar un objeto según la forma establecida en LEFT Mouse botón Drag/Dropbehavior(menú File, apartado Preferentes, pestaña BROWSER).
- 6.16.2. Utilizar el botón derecho del Mouse para mover o copiar objetos según sea necesario.

6.17. RECOMENDACIÓN

- 6.17.1. Para realizar el cambio de cartucho de la concentración remanente, se debe realizar cuando se encuentre no menor del 10%.
- 6.17.2. Cambiar el cartucho del Eluente KOH cuando el sistema cromatográfico no esté operativo.

6.18. PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES DE CALIBRACIÓN DE IONES (F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻)

- 6.18.1. Preparación de las soluciones estándares de calibración de los iones: La preparación de estos estándares de diferentes concentraciones de una solución estándar multielemental y la toma de volúmenes son adicionados en una fiola de 100mL y enrazados con agua ultrapura.
- 6.18.2. Preparación de las soluciones estándares de calibración de los iones: Cl⁻, NO₂⁻, SO₄²⁻ y NO₃⁻: PO₄³⁻: Concentraciones de: 5.0, 10.0, 20.0 y 50.0 ppm
- 6.18.3. Preparación de las soluciones estándares de calibración de los iones: Br⁻, F⁻ : Concentraciones de: 0.5, 1.0, 5.0 y 10.0 ppm.

6.19. CORRER MUESTRAS

- 6.19.1. Colocar las muestras en los cassettes y estos colocarlos en el Muestreador Automático.
- 6.19.2. Presionar Skip en el mismo Muestreador Automático AS40, para posicionar las muestras.
- 6.19.3. En el software digitar la relación de muestras (blancos, estándares y muestras) para que se active el Automuestreador y luego guardar.
- 6.19.4. Ubica el cursor en Menú, hacer un click en BATCH, luego hacer un click en START, aparece una ventana: Start Batch.
- 6.19.5. Luego hacer un click en ADD y ubicar la secuencia. Una vez ubicada la secuencia de trabajo se le da click en OPEN.
- 6.19.6. Hacer click en Reading Check y luego darle click en START, de inmediato ir al botón del Automuestreador para activarlo presionando HOLD/RUN; logrando de esta manera que se active la corrida de las muestras.
- 6.19.7. Observación: Control + TAB nos permite visualizar las ventanas abiertas y los diagramas (utilizando el programa PGM).


6.20. IDENTIFICAR LOS ESTANDARES EN LA RELACIÓN DE MUESTRAS

- 6.20.1. En la lista de las muestras, después de colocar los nombres correspondientes en cada casillero ubicamos TYPE.
- 6.20.2. Identificar a los estándares después de haber terminado su lectura.

6.21. CÁLCULO DE LOS ESTANDARES

- 6.21.1. Se digita los nombres de los aniones y los picos de retención del tiempo del estándar intermedio, ejemplo: si son 4 estándares se selecciona el Std 2 ó Std 3 luego se guarda los datos.
- 6.21.2. Los cálculos se realizan de acuerdo al estándar seleccionado; estos datos se realiza después de haber terminado la lectura.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IÓNICO-DIONEX 2000	Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016 Página : 7 de 9

6.22. CONTINUAR EN LA MISMA HOJA DE TRABAJO

6.22.1. Cuando se quiere continuar en la misma hoja de las muestras analizadas, se digita la relación de las muestras y el número de la prueba que continua. Se guarda, no es necesario digitar el # de viales (método secuencial); el programa de control, y el método de cuantificación.

6.23. ELIMINAR INTERFERENCIAS

6.23.1. Para eliminar las interferencias de los picos, se debe aumentar la pestaña DETECTION: 0.002.

6.23.2. Para visualizar algunos los valores de retención de picos (tiempo) que no aparecen los nombres y el valor de los analitos (estándar), magnificar la ventana (Windows) en la pestaña PEAK TABLE de 0.100 a 0.200.

6.23.3. Para abrir más columnas hacer click, con el lado derecho en AMOUNT, ubicar el cursor en COLUMN y darle click, luego el cursor en EDIT COLUMN- AMOUNT.

6.23.4. Para abrir archivos y la lista de muestras en BROWSER.

6.24. IMPRIMIR REPORTE

6.24.1. Para imprimir hoja por hoja: En la pantalla tiene que mostrarse la lista de las muestras.

6.24.2. Ubicar el cursor en la primera muestra o de lo contrario en el blanco, muestra o estándar que se desee imprimir darle doble click, apareciendo en otra ventana el cromatograma de la muestra seleccionada, luego con el cursor ir al menú y ubicamos en PRINTER- LAYOUT (clic), apareciendo el formato (reporte) a imprimir.

6.24.3. Luego ir a FILE ubicar el cursor en PRINT (click), sale una ventana, ir a propiedades con el cursor (click), saliendo una subventana con el cursor activar en activar blanco/negro más borrador (click en cada uno), luego click en aceptar, después darle OK (click), empieza a imprimir los reportes.

6.24.4. Para imprimir el informe completo, en la pantalla tiene que aparecer la relación de muestras.

6.24.5. Ubicar el cursor en PANEL (click), luego seleccionar una de las muestras darle doble click, saliendo el diagrama de la muestra seleccionada.

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

No Aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No Aplica

10. REGISTROS

10.1 DL-F-245: Informe de Resultados


10.2 Registro automático en la base de datos del Software Chromeleon del cromatógrafo iónico ICS-2000.

10.3 Registro en el Disco H.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

11.1. Cromatografía: Es una técnica de separación cualitativa y cuantitativa, en la cual los componentes son transportados por una fase móvil (liquida) a través de una fase




	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005 Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IONICO-DIONEX 2000	Página : 8 de 9

estacionaria (sólida) que las retiene selectivamente, haciendo que eluyan a tiempos distintos.

- 11.2.** Cromatografía Iónica: Es una técnica en la cual los componentes iónicos de una muestra son separados en bandas discretas por el paso a través de una columna de intercambio iónico. La separación se basa en la adsorción reversible de moléculas de soluto cargadas a grupos de intercambio iónicos de carga opuesta inmovilizados a una matriz. Una vez separados los iones son detectados, identificados y cuantificados. La técnica es capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos del Sistema Periódico. Sus campos de aplicación son, por tanto, muy diversos. Se emplea en el análisis de agua potable, superficial, residual y subterránea.
- 11.3.** Cromatograma: Es un registro de la salida del detector (conductividad eléctrica) vs. el tiempo en el que el analito pasa a través del sistema cromatográfico. Consiste en una serie de picos que corresponde a diferentes tiempos en los cuales cada componente emerge de la columna. A ese tiempo se le llama tiempo de retención y es característico en cada sistema para cada sustancia.
- 11.4.** Intercambiador Iónico: Consiste de una matriz porosa insoluble a la cual se le unen en forma covalente grupos cargados, estos grupos cargados se encuentran asociados con contraponos móviles. Estos contraponos pueden ser intercambiados en forma reversible con otros iones de la misma carga sin alterar la estructura de la matriz.
- 11.5.** Eluente: Es una solución de una o más sales en agua. Transporta la muestra a través del sistema y contribuye a la selectividad de la separación.
- 11.6.** Temperatura: La relación de intercambio entre la fase estacionaria y la fase móvil se incrementa cuando aumenta la temperatura. La viscosidad y la contra presión decrece y puede dar mayor eficiencia en la separación. La temperatura puede afectar la selectividad de la columna.
- 11.7.** Flujo: Los iones se eluyen más rápido con flujos mayores pero este dependerá de la eficiencia de la separación.
- 11.8.** Columna: Donde ocurre la separación de los analitos.
- 11.9.** Detector de Conductividad: Se usa para analizar la salida al final de la columna. Muestras con ausencia de cromóforos, ácidos orgánicos, iones.
- 11.10.** Conductividad: Capacidad de la solución de conducir la electricidad. El incremento de la corriente es proporcional al incremento a la conductividad.
- 11.11.** Supresión electrolítica: Minimiza la conductividad del eluente. Ejemplo: Eluente hidróxido de sodio y carbonato residual son convertidos en agua y ácido carbónico respectivamente. Maximiza la conductividad del analito.
- 11.12.** Supresor Auto Regenerativo SRS: Genera continuamente su propio regenerante electrolítico del agua desionizada., eliminando la necesidad de preparar ácidos o bases para la regeneración del supresor. Además proveen un superior funcionamiento con un rápido inicio, estabilidad excelente de la línea base, y alta sensibilidad.
- 11.13.** Límite de detección de método (L.D.M): Menor contenido que se puede medir con una certeza determinada, aplicando los parámetros del método (peso, volumen, rango de concentración lineal, etc.).
- 11.14.** Blanco (BK): Es un sistema físico que no contiene muestra real y por consiguiente no debería contener el analito de interés, pero que debe contener todos los reactivos que se



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-005 Versión : 02 Fecha aprob: 09/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL CROMATÓGRAFO IÓNICO-DIONEX 2000	Página : 9 de 9

utilizan en el método de análisis, y ser sometido a las mismas condiciones y al mismo procedimiento que las muestras reales y los estándares. En lugar de muestra, el volumen faltante se completará con agua grado reactivo que deberá tener la calidad recomendada por el método respectivo.

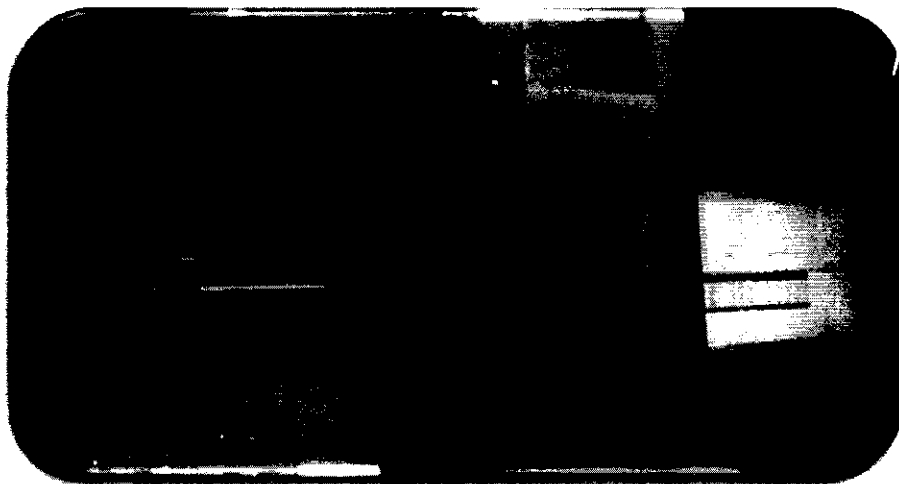
11.15. Software Chromeleon: Es un software que se aplica cuando se realizan análisis de cromatografía iónica, realiza cálculos estadísticos y la cuantificación de los iones a través de una curva de calibración. Es usado en el Cromatógrafo iónico ICS – 2000.

11.16. Isocrático: Cuando la concentración es constante.

11.17. Gradiente: Cuando la concentración varía.


12. ANEXOS

12.1 Anexo I: Cromatógrafo Iónico Dionex - ICS 2000



Aprobado por :	Leonardo Edwin Loaiza Choque ASISTENTE
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 1 de 15

1. FINALIDAD

Establecer el proceso para operar el Espectrómetro de Emisión Óptica asegurando el funcionamiento de acuerdo a las especificaciones del manual del equipo.

2. ALCANCE

Aplica para la determinación analítica de elementos mayores y elementos traza en muestras de rocas, aguas, suelos y sedimentos.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

3.1 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.

3.2 Manual de Operación Espectrómetros Varian de Emisión Óptica de Plasma Acoplado por Inducción (ICP) Serie 700-ES.

4. REQUISITOS

4.1 El manejo está limitado al personal debidamente calificado y entrenado para tal fin.

5. RESPONSABILIDADES

5.1 El Director del Laboratorio es responsable de la aprobación del siguiente instructivo.

5.2 El especialista III en química analítica, es responsable del manejo operativo del espectrómetro de emisión óptica de plasma acoplado por inducción, de su correcto funcionamiento y de informar para la ejecución de los mantenimientos preventivos y/o correctivos según sea el caso.


5.3 El Responsable del Laboratorio supervisa el correcto funcionamiento del Espectrómetro de emisión óptica y la ejecución de los mantenimientos preventivos y /o correctivos a fin de asegurar la calidad analítica de los resultados

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

Para lograr el buen funcionamiento del equipo de ICP-OES es necesario verificar el sistema antes de iniciar un análisis y para el encendido del instrumento para operación rutinaria. También se describe la correcta secuencia de eventos para apagar el instrumento después de haber culminado la rutina de análisis.

6.1 El manejo del Espectrómetro de Emisión Óptica ICP-OES implica el uso de gases comprimidos, energía de radiofrecuencia de alto voltaje y materiales de riesgo que incluyen fluidos corrosivos y líquidos inflamables. El uso negligente, inadecuado o no especializado de



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 2 de 15

este espectrómetro puede causar serios daños al personal y/o daño severo al equipo y la propiedad.

6.2 El Espectrómetro de Emisión Óptica ICP-OES incluye un mecanismo de seguridad y coberturas que están diseñados para evitar el contacto involuntario con cualquier riesgo potencial. El utilizar el instrumento de alguna manera no especificada, puede limitar esta protección.

6.3 Para un rendimiento analítico óptimo, se recomienda que la temperatura del ambiente del laboratorio se encuentre entre 20 a 25 °C y se mantenga constante dentro de ± 2 °C a lo largo de todo el día de trabajo.

6.4 Suministros de gas

6.4.1 La instalación de suministros de gas comprimido o líquido debe cumplir con las normas y/o reglamentos impuestos por las autoridades locales responsables de tal uso en el lugar de trabajo.

6.4.2 El argón o nitrógeno líquido o gaseoso se puede usar con los sistemas de espectrómetro de Emisión Óptica ICP-OES, se recomienda el uso de gases líquidos que son más puros, más convenientes y más económicos por volumen de unidad.

6.4.3 El principal requerimiento de suministro de gas es el argón para el suministro a la purga interfásica óptica, del plasma, y del nebulizador además de purga de cámara para el instrumento.

6.5 Sistema de refrigeración líquida

6.5.1 Los instrumentos ICP-OES requieren una fuente de refrigeración líquida.

6.5.2 El instrumento está equipado con un sensor de flujo de agua, el cual detendrá el manejo del plasma y el ensamblaje de la cámara Peltier, si el flujo del agua refrigerante fluye a través del instrumento por debajo de 1.1 L/min.

6.6 Recipiente de Drenaje

Los sistemas ICP-OES necesitan un recipiente de drenaje para depositar el excedente de fluidos y vapores desde la cámara pulverizadora. Junto con el espectrómetro se suministran tuberías adecuadas para el uso con solventes inorgánicos.

6.7 Condiciones de laboratorio

El área seleccionada para la operación de un sistema para un ICP-OES debe estar libre de corrientes de aire, corrosión atmosférica y vibración. Se debe ubicar las áreas de preparación de muestras y espacios de almacenaje de materiales en un ambiente separado. Se



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 3 de 15

recomienda enfáticamente aire acondicionado para el control del ambiente. Para un óptimo desarrollo analítico se sugiere que la temperatura del ambiente en el laboratorio esté entre 20 y 25°C (68 y 77° F).

6.8 Limpieza

Se procederá a realizar la limpieza externa del equipo con un paño húmedo y observar de no usar agentes abrasivos que puedan dañar la superficie, especial cuidado merece la ventana de acrílico ubicado en la parte frontal a través de la cual se visualiza la zona de generación del plasma.

6.9 Suministro de aire refrigerante para el instrumento

El ICP-OES requiere aire limpio, seco y no corrosivo por propósitos de refrigeración. Éste es suministrado al instrumento a través de una rejilla de ventilación ubicada en la parte superior detrás del instrumento. El suministro de aire es usado para enfriar el generador RF y la electrónica del instrumento.

6.10 Lista de revisión de Análisis

Es necesario seguir paso a paso las siguientes acciones:


- Encender el instrumento y el software.
- Crear/Abrir una hoja de cálculo.
- Desarrollar un método.
- Preparar para el análisis.
- Calibrar el detector.
- Alinear la antorcha.
- Establecer las condiciones operativas.
- Establecer las normas.
- Ejecutar las lecturas.
- Imprimir un informe de ensayo.

6.11. Encender el instrumento por primera vez (o del modo Apagado)

Seguir los siguientes pasos:

- 6.11.1 Revisar que todos los tubos de la antorcha, cámara pulverizadora, nebulizador y bomba peristáltica estén conectados correctamente.
- 6.11.2 Cerrar la puerta del compartimento de la antorcha, firmemente.
- 6.11.3 Encender la computadora, el monitor y la impresora.
- 6.11.4 Encender el refrigerador líquido.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 4 de 15

- 6.11.5 Encender la provisión de gas al cilindro.
- 6.11.6 Conectar el cable al tomacorriente de la pared y coloque el interruptor en 'Encendido'.
- 6.11.7 Para encender el espectrómetro, ponga el corta-circuitos de provisión de FR que se halla en la parte derecha posterior del instrumento en posición de 'Encendido' (arriba).
- 6.11.8 Colocar el interruptor del instrumento, ubicado en el lado izquierdo frontal del instrumento, a 'I' (el indicador verde de energía se debe encender).
- 6.11.9 Encender el sistema de escape del laboratorio.
- 6.11.10 Para iniciar el software ICP Expert II, pulsar el botón de Inicio de Windows ® y luego escoger Programas> ICP Expert II > ICP Expert II Help. Aparecerá la ventana de Índice Principal.


6.12 Crear/abrir una hoja de cálculo

- 6.12.1 Desde la ventana de MainIndex, pulsar el botón Worksheet de cálculo. Aparecerá la caja de diálogo Load Worksheet.
- 6.12.2 Pulsar New en la caja de diálogo Load Worksheet. Luego aparecerá una caja de diálogo Create a New Worksheet.
- 6.12.3 Resaltar el nombre del servidor donde se va a almacenar su información (esto puede ser la PC local o el servidor de un cliente).
- 6.12.4 De la lista debajo del servidor, pulsar la base de datos que va a usar.
- 6.12.5 En el campo Name, escribir un nombre para la hoja de cálculo que está por crear.
- 6.12.6 De la barra del Menú, seleccionar el tipo de hoja de cálculo que está creando. Escoger entre archivos de hojas de cálculo cuantitativos o archivos de hojas de cálculo de escaneo con resolución temporal. U También se puede crear una hoja de cálculo a partir de una plantilla. Se proporcionan algunas plantillas en el software de ICP Expert II.
- 6.12.7 Pulsar Save. La ventana de la Hoja de cálculo aparecerá con la nueva hoja de cálculo cargada.

6.13 Desarrollar un método

- 6.13.1 Abrir el Editor de Método pulsando el botón Method Editor (o el icono de Method Editor en la Barra de Herramientas). Se mostrará la página Elemento.
- 6.13.2 En la página Elemento, asegurarse de que se muestre la Tabla Periódica. Si no está visible, escoger Periodic Table desde el menú View.
- 6.13.3 Seleccionar los elementos requeridos pulsando en cada elemento en la Tabla Periódica. Esto mostrará la caja de diálogo Añada Línea de Análisis que permite la adición de longitudes de onda, estándares internos e interferencias potenciales. Los analitos seleccionados se resaltarán en azul.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016 Página : 5 de 15

- 6.13.4 Revisar interferencias potenciales. Para hacer esto, en la caja de diálogo añadida Línea de Análisis bajo Interferencias Potenciales, revise que no haya líneas interferentes u otras líneas analíticas cercanas a la línea analítica seleccionada.
- 6.13.5 Pulsar OK una vez que haya realizado todos los ajustes requeridos en la caja de diálogo Añadir Línea de Análisis.
- 6.13.6 Añadir los elementos adicionales según se requiera.

6.14 Preparar para el análisis

- 6.14.1 Asegurarse que la bomba peristáltica se instale correctamente (refiérase a la sección Bomba Peristáltica en la ayuda en línea), coloque el tubo de muestra de la bomba peristáltica en la solución de agua y el tubo de drenaje en el recipiente de drenaje.
- 6.14.2 Ajustar las barras de presión en la bomba peristáltica para obtener un flujo de muestra parejo.
- 6.14.3 Encender el plasma encendiendo el botón Plasma en la ventana del Editor de Método (Method Editor) o de Configuración de Instrumento (Instrument Setup), o presionando SHIFT+F4 en el teclado. La bomba se inicializará y la solución empezará a ser aspirada. El plasma tomará entre 30 a 40 segundos para encenderse.


6.15 Calibrar

- 6.15.1 Revisar que la purga del impulsor policromador esté encendida. Para hacerlo, pulsar el icono Instrument Setup en la barra de herramientas principal. Pulsar la pestaña Status y revise que bajo Policromador, Poly Boost esté 'encendido'. Si el Poly Boost purge está apagado, enciéndalo. Para hacerlo, escoger Poly Boost On del menú Analyze en la ventana principal. Reabrir la ventana de la Configuración del Instrumento. Bajo Polychromator, Poly Boost debe decir ahora 'Encendido'. Dejar el poly boost purgando por lo menos por 20 minutos antes de realizar la calibración de longitud de onda.

Nota: Se recomienda que el PolyBoostpurge esté encendida cuando se realice una calibración de longitud de onda. Si no se realizarán medidas de longitudes de onda menos de 190 nm, se puede apagar el PolyBoostpurge. Entonces, escoger PolyBoost off del menú Analyze en la ventana principal.

- 6.15.2 Abrir la ventana de Configuración del Instrumento pulsando el icono Configuración del Instrumento en la barra de herramientas principal, y pulse la pestaña W/L Calib.
- 6.15.3 Con la solución de agua siendo aspirada, pulsar Dark Current Scan. Tomará escasamente 1 a 2 minutos para medir la corriente oscura.
- 6.15.4 Quitar el tubo muestra de la solución de agua. Limpiar con un trapo el tubo y transféralo a la solución de calibración de longitud de onda.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 6 de 15

6.15.5 Una vez que la solución de calibración de longitud de onda esté aspirando, pulsar Calibrate para ejecutar la calibración de longitud de onda

6.16 Ejecutar las muestras

6.16.1 Pulsar en la pestaña Sequence de la ventana Worksheet

6.16.2 Asegurarse que la fuente de la Muestra esté en modo Manual.

6.16.3 Pulsar el botón Sequence Editor. Ingrese el número requerido de muestras en el campo Sample count.

6.16.4 Seleccionar Begin with calibration e Include a blank in calibration.

6.16.5 Pulsar OK.

6.16.6 Desde la página Sequence, pulsar el botón Sequence Parameters.

6.16.7 Set On calibration failure para Stop.

6.16.8 Pulsar OK. Cuando se pida confirmar su selección, pulse Yes.

6.16.9 Pulsar en la pestaña Analysis y realice los siguientes:

- a) Asegurarse de que las muestras estén seleccionadas. Si están seleccionadas estarán resaltadas de amarillo.
- b) Pulsar el icono Start Analysis (o presione las teclas SHIFT + F8) de la Barra de Herramientas para empezar el análisis y siga las instrucciones.

El icono de inicio estará disponible únicamente bajo las siguientes circunstancias:

- La antorcha esté encendida;
- El Peltier se haya enfriado y estabilizado;
- por lo menos una hoja de cálculo este abierta;
- las soluciones para analizar están seleccionadas;
- la página Analysis está abierta;
- no hay hoja de cálculo en ejecución; y
- la auto muestras está en línea en el caso que una secuencia de auto muestra haya sido elegida.

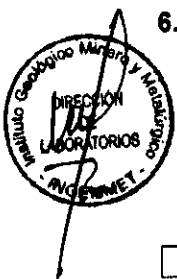
Para información adicional de cómo ejecutar un análisis, refiérase al ICP II Expert Help.

6.17 Imprimir un informe

6.17.1 Del menú File, elija Report Settings. Cuando se imprima un informe, puede simplemente elegir Print del menú File.

6.17.2 En la caja de diálogo Report Settings en la página General, especificar lo siguiente:

- Si generar un informe en lenguaje nativo o en HTML; el estilo del informe
- Si se informarán todos los resultados o sólo los que están resaltados;



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 7 de 15

- Si se imprimirá el informe de manera automática una vez finalizada la ejecución del análisis;
- El código de etiquetación de la muestra concordante, si fuera necesario;
- Si se imprime todo o sólo las columnas visibles; y también las unidades.

6.17.3 En la página Customize, especificar la apariencia del informe.

6.17.4 Pulsar el botón Print para generar el informe. Aparecerá un mensaje indicando brevemente el estado del informe que se está generando.

6.18 Apagar el instrumento

Hay dos formas de apagar el ICP-OES. Para uso diario, es recomendable que el instrumento se mantenga en modo Stand by (el cual mantiene el sistema termostático del policromador en operación).

Cuando el ICP-OES no va a ser usado por un periodo prolongado, debe usarse el modo Apagado (el cual también apaga los sistemas de purga y policromador termostático).

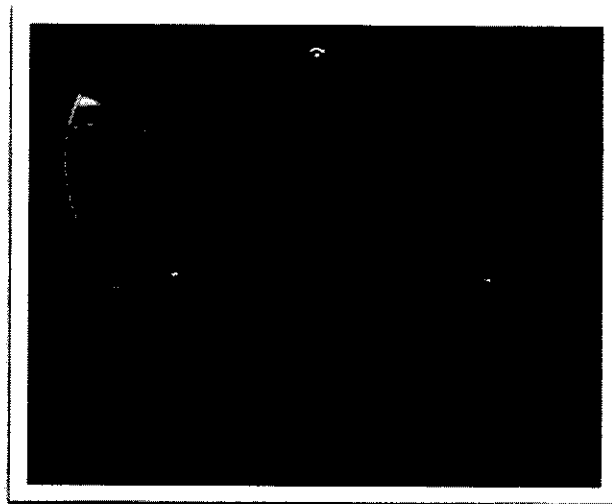


Fig. N° 1 – Bomba Peristáltica


6.18.1 Es recomendable apagar el refrigerador líquido.

6.18.2 Usando el modo apagado

6.18.2.1 Enjuagar la cámara de nebulización aspirando agua durante unos minutos.

=> Nota Cuando se ejecutan muestras orgánicas puede ser necesario desconectar la cámara de nebulización, limpiarla y secarla a fondo luego de cada análisis.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 8 de 15

6.18.2.2 Apagar el plasma pulsando clic en el icono de Plasma Off o pulsando F4 en el teclado o eligiendo Plasma Off del menú de Analyze. La bomba peristáltica se detiene automáticamente cuando el plasma se extingue.

=> Nota El botón amarillo de Apagado de Emergencia del Plasma (Plasma emergency off), ubicado al lado del interruptor principal en la parte frontal del equipo, está diseñado para ser utilizado sólo en caso de emergencia—por ejemplo: si la antorcha o fuente de luz estuviera derritiéndose.

6.18.2.3 Apagar el Peltier usando Peltier Off del menú Analyze y apagar la cámara Peltier antes de apagar el instrumento de suministro de gas.

6.18.2.4 Apagar el interruptor de alimentación de red (la luz verde se apagará).

Esto desactivará el instrumento completo, incluyendo la Peltier (si no está hecho de forma manual antes), así como el sistema policromador estabilizado térmicamente.

6.18.2.5 Aflojar los tubos de la bomba peristáltica liberando las válvulas de presión y levante los tubos de las ranuras.

Para hacer esto:

- a) Levantar los tornillos de la válvula de presión. Esto los libera de la barra de reposo (referirse a figura 8)
- b) Dejar que la barra de descanso se desplace hacia abajo.
- c) Retirar los tubos de las ranuras.

6.18.2.6 Apagar el enfriador de agua, el sistema de escape del laboratorio y todo tipo de accesorios así como cerrar el suministro de gas argón del cilindro.

6.18.2.7 Si ya no lo necesita, salir del software ICP Expert II seleccionando Salir en el menú Archivo.

6.18.2.8 Reiniciar el equipo tomará varias horas debido al tiempo requerido para la purga del gas y la estabilización térmica del policromador.


6.19 Verificación recomendada

Los requerimientos de verificación recomendada del espectrómetro ICP de emisión óptica, deben ser llevados a cabo por un operador experto.

Se procederá con la alineación de antorcha cada vez que esta sea instalada y/o reemplazada lo cual se registrar en el Formato de Alineación de antorcha ICP-OES DL-F-206.



6.19.1 Verificación de Rutina

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 9 de 15

Las instrucciones de verificación se encuentran en el ICP Expert II Help. Para acceder a las instrucciones, pulsar el botón de Inicio de Windows®, luego ingrese a Programas>ICP Expert II> ICP Expert II Help. Pulsar en el enlace de verificación-Mantenimiento.

6.19.1.1 Diariamente

- Revisar y si fuera necesario, vaciar el recipiente de drenaje a diario.
- Revisar el nivel de agua en el Accesorio de Saturación de Argón (ASA) antes de cada uso.
- Limpiar la superficie del ICP-OES (los derrames deben ser limpiados inmediatamente.)
- Revisar las tuberías de la bomba y reemplazar si han perdido elasticidad. Aflojarlas cuando no estén funcionando.
- Verificar los flujos de nebulización.

6.19.1.2 Semanalmente

- Limpiar la antorcha y la zona de generación del plasma
- Limpiar el pico o snout
- Limpiar el bonete
- Limpiar la cámara de nebulización
- Limpiar el nebulizador

6.19.1.3 Mensualmente

- Limpiar el filtro de entrada del aire de refrigeración ubicado en la parte superior de su instrumento.
- Inspeccionar el estado de la bobina de inducción.
- Revisar el nivel de agua en el refrigerante.

6.19.2 Mantenimiento de elementos consumibles


Para información sobre el mantenimiento de los elementos consumibles (como por ejemplo reemplazar la antorcha o fuente de luz, limpiar el cono, reemplazar de los tubos para bomba peristáltica, y cambiar los fusibles) referirse a la ayuda que hay en línea.

La calibración de las longitudes de onda son efectuadas por el servicio técnico durante los mantenimientos preventivos y/o correctivos.

6.19.2.1 Pulsar clic en Windows Inicio y elija Programas > ICP Expert II > ICP Expert II Help.

6.19.2.2. Cuando aparezca el ICP Expert II Help, pulsar clic en Mantenimiento para ver las instrucciones paso a paso de cómo realizar el mantenimiento a los elementos consumibles.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 10 de 15

6.20 Limpieza

Todo derrame en el compartimiento de la muestra debe ser limpiado inmediatamente.
Las superficies exteriores de la ICP-OES deben mantenerse limpias.

6.21 Parámetros técnicos de Trabajo recomendados.

Condiciones de Operatividad (ICP-OES)

TABLA N° 1

CONDICIONES	Unidades	
Potencia	KW	1.10
Flujo de Plasma	L/min	15.0
Flujo Auxiliar	L/min	1.5
Flujo Nebulizador	L/min	0.75
Altura Visión	mm	11.0
Tiempo Lectura réplica	s	5.0
Retraso de estabilización Instrumento	s	15.0
PARÁMETROS DE INTRODUCCIÓN DE MUESTRA	Unidades	
Retraso toma de muestra	s	30.0
Velocidad. Bomba	rpm	15.0
Tiempo de Lavado	s	10.0
Bombeo rápido (Lavado y retraso de toma)	OK	
PARÁMETROS GENERALES		
Réplicas		3




7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

No aplica.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 11 de 15

9. **DIAGRAMACIÓN**
No aplica.

10. **REGISTROS**

10.1 DL-F-206 Alineación de antorcha ICP-OES.

11. **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

11.1 **Plasma** es un gas ionizado, eléctricamente neutro, confinado en un tubo de descarga. En su aplicación espectroscópica se denomina plasma a un gas parcialmente ionizado (basta con que lo estén el 1 % de sus átomos o moléculas)

11.2 **Bomba Peristáltica**, asegura el flujo continuo y sin pulsaciones de la muestra hacia la cámara de premezcla y seguidamente al plasma.

11.3 **Bobina de trabajo**, produce un campo de radiofrecuencia para producir la ionización del gas argón, así mismo se acopla a las conexiones para permitir recircular internamente un líquido refrigerante.

11.4 **Boneta de cuarzo para ICP-OES Radial**, permite la formación del plasma.

11.5 **Antorcha de cuarzo**, la antorcha está formada por tres tubos concéntricos: un tubo exterior, tubo medio y el inyector el cual es desmontable. El gas (generalmente argón) que es utilizado para formar el plasma pasa entre el medio y externo tubos en una velocidad de flujo de 12 a 17 L/min. También existen antorchas de cuarzo tipo monoblock o de un solo cuerpo.

11.6 **Inyector de alúmina**, permite el transporte del gas que forma el plasma, mediante un conducto interno que se acopla a la antorcha, se utiliza para soluciones que contienen soluciones de HF.

12. **ANEXOS**

12.1 **Anexo 1 Símbolos de advertencia**



Vidrio roto



Riesgo de frío



Líquidos corrosivos extremo



Shock eléctrico



Riesgo para la vista



Peligro de incendio



Superficie caliente



Gases nocivos




Radiación FR

Fig. N° 2

12.2 **Anexo 2:**

Codificación de color

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-006 Versión : 04 Fecha aprob: 05/12/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)	Página : 12 de 15

Las diferentes luces intermitentes que aparecen en los instrumentos Varian y los accesorios que los acompañan, están codificadas por color para representar el estado del instrumento o accesorio.

- Un luz verde indica que el instrumento está en modo normal/espera
- Una luz naranja indica que existe un riesgo potencial.
- Una luz azul indica que se requiere intervención del operador.
- Una luz roja advierte de peligro o una emergencia.

12.3 Anexo 3:

Vista frontal del Espectrofotómetro de Emisión Atómica con Inductividad Acoplada

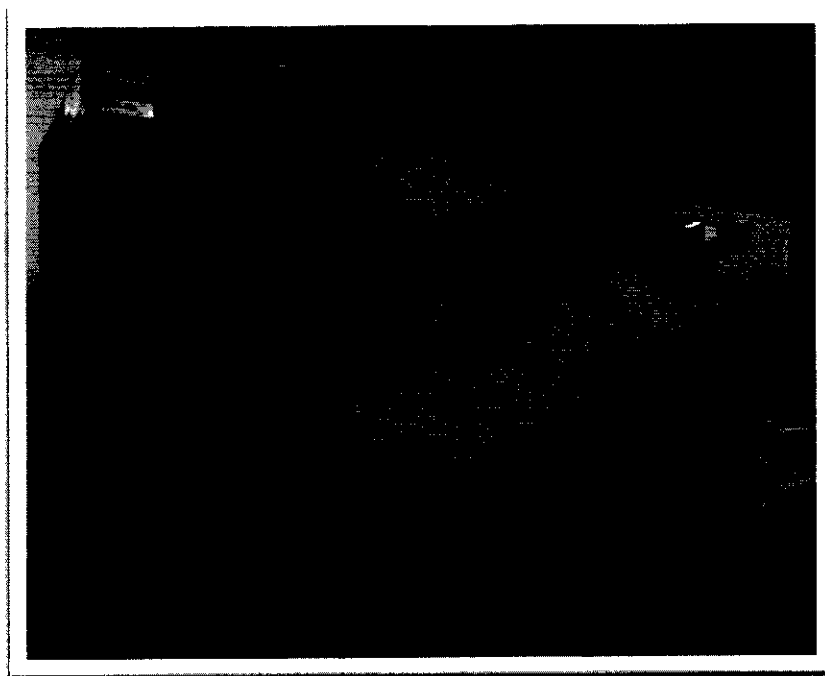


Fig. N° 3



12.4 Anexo 4:

Hoja de lectura

INSTRUCTIVO

OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)

Código : DL-I-006
Versión : 04
Fecha aprob: 05/12/2016
Página : 13 de 15

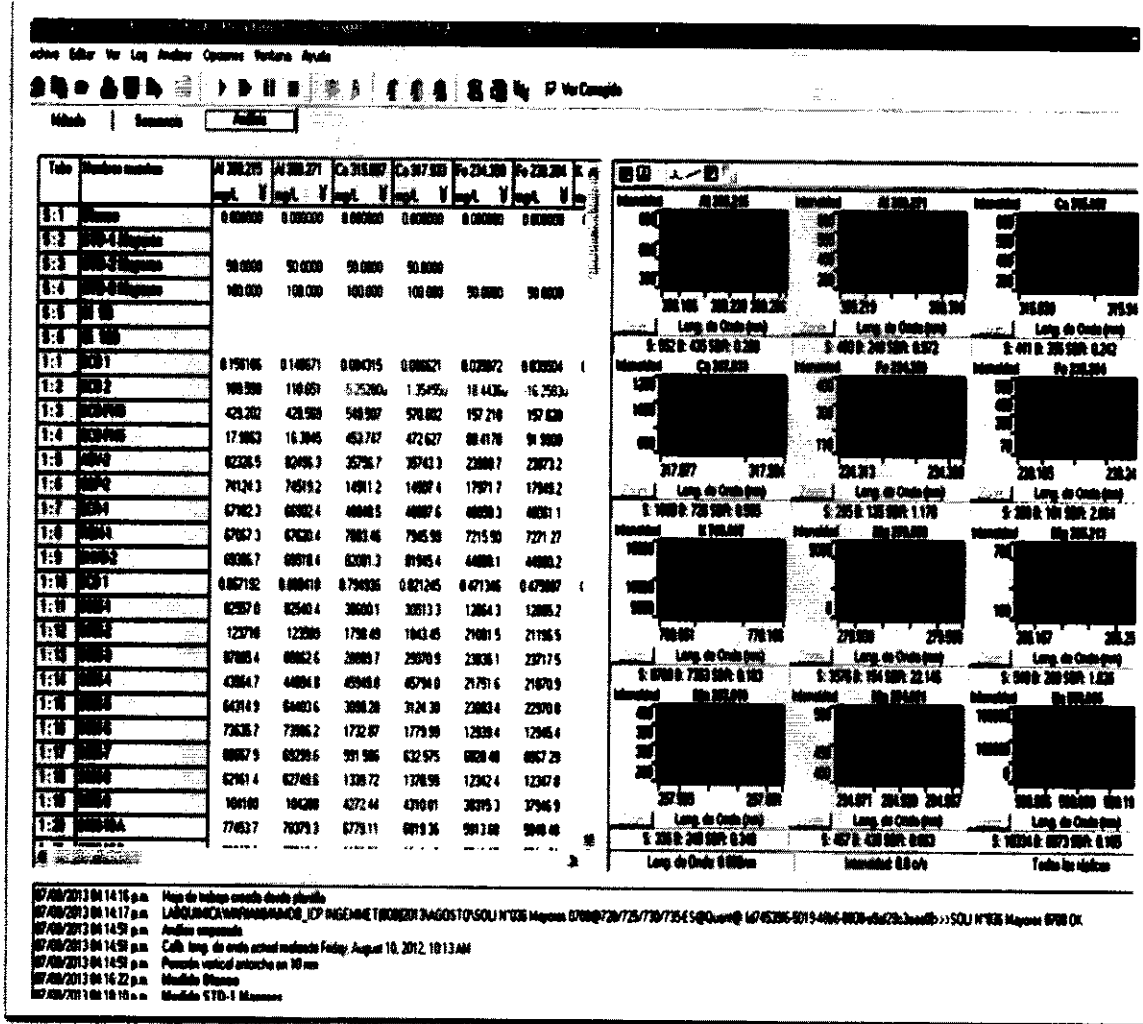


Fig. N° 4

12.5 Anexo 5:

Selección de los analitos a determinarse.

Código de colores de las tablas

- Análisis 20
- Patrón interno 0
- Solo gasificante 0
- Sólo referente IEC
- Múltiple uso

Lineas Analisis

<input checked="" type="checkbox"/>	Nombre	Elemento	Tipo	Long. de Onda	Patrón interno	Color banda in...
<input checked="" type="checkbox"/>	Al 308.215	Al	Análisis	308.215	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Al 308.271	Al	Análisis	308.271	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ca 315.887	Ca	Análisis	315.887	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ca 317.933	Ca	Análisis	317.933	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Fe 234.350	Fe	Análisis	234.350	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Fe 238.204	Fe	Análisis	238.204	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	K 768.897	K	Análisis	768.897	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Mg 279.553	Mg	Análisis	279.553	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Mg 285.213	Mg	Análisis	285.213	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Mn 257.610	Mn	Análisis	257.610	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Mn 294.921	Mn	Análisis	294.921	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Na 588.995	Na	Análisis	588.995	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Na 589.582	Na	Análisis	589.582	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	P 177.434	P	Análisis	177.434	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	P 214.914	P	Análisis	214.914	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Si 251.611	Si	Análisis	251.611	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Si 288.158	Si	Análisis	288.158	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ti 334.941	Ti	Análisis	334.941	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ti 336.122	Ti	Análisis	336.122	Ninguno	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ti 337.280	Ti	Análisis	337.280	Ninguno	

Fig. N° 5



12.6 Anexo 6:

Hoja de trabajo, secuencia de muestras indicando el peso y volumen.

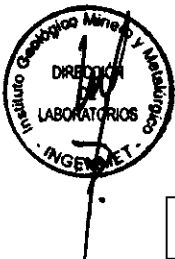
INSTRUCTIVO

OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN ÓPTICA DE PLASMA ACOPLADO POR INDUCCIÓN (ICP-OES)

Código : DL-I-006
Versión : 04
Fecha aprob: 05/12/2016
Página : 15 de 15


Fecha	Asist	Nombre muestra	Tipo	Peso a...	Vol. ca...	Fact. dil.
8-1		Blanco	Blanco			
8-2		STD-1 Magnesio	Patrón 1			
8-3		STD-2 Magnesio	Patrón 2			
8-4		STD-3 Magnesio	Patrón 3			
8-5		Si 99	Patrón 4			
8-6		Si 100	Patrón 5			
1-1		BCO 1	Muestra	1.00000	1.00000	1.00000
1-2		BCO 2	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-3		BCO PM3	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-4		BCO PM5	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-5		AGV-2	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-6		GSP-2	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-7		BCR-1	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-8		RGM-1	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-9		BVAO-2	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-10		BCO 1	Muestra	1.00000	1.000000	1.00000
1-11		SO36-1	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-12		SO36-2	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-13		SO36-3	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-14		SO36-4	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-15		SO36-5	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-16		SO36-6	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-17		SO36-7	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-18		SO36-8	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-19		SO36-9	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-20		SO36-10 A	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-21		SO36-10 B	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-22		SO36-11	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-23		SO36-12	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
1-24		SO36-13	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
2-1		SO36-14	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
8-1		Blanco	Blanco			
8-2		STD-1 Magnesio	Patrón 1			
8-3		STD-2 Magnesio	Patrón 2			
8-4		STD-3 Magnesio	Patrón 3			
8-5		Si 99	Patrón 4			
8-6		Si 100	Patrón 5			
2-2		SO36-15	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
2-3		SO36-16	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
2-4		SO36-17	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
2-5		SO36-18	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000
2-6		SO36-19	Muestra	0.20000	250.0000	1.00000

Fig. N° 6



Aprobado por :

Leonardo Edwin Loaiza Choque
ASISTENTE

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-007
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Versión : 03 Fecha aprob: 11/10/2017 Página : 1 de 8

1. FINALIDAD

Establecer el proceso para operar el Equipo de Espectrofotometría de absorción atómica para asegurar el funcionamiento de acuerdo a las especificaciones del manual del equipo.

2. ALCANCE

Aplica para la determinación analítica de los elementos tales como: polimetálicos en muestras de rocas, suelos y sedimentos en concentraciones de que varían desde ppm hasta % del elemento analizado.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.2. THERMO SCIENTIFIC SOLAAR Manual de Seguridad y Pre-Instalación
- 3.3. THERMO SCIENTIFIC ICE 3000 Series AA Espectrómetro Manual del Operador
- 3.4. DL-M-007 Método de análisis de oro.
- 3.5. DL-M-004 Método de análisis de Polimetálicos por Espectrofotometría de Absorción Atómica

4. REQUISITOS

- 4.1 El profesional encargado de efectuar el análisis debe contar con mandil, guantes de nitrilo y gafas de seguridad.


5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. *El analista encargado del análisis por absorción atómica, es responsable de la **operatividad** del equipo de AAS ICE 3000, de su cuidado y de informar para su mantenimiento preventivo y/o correctivo.*
- 5.2. El Responsable del Laboratorio revisa, firma y remite los Informes de Ensayo al Director de Laboratorio
- 5.3. El Director del Laboratorio revisa y firma los Informes de Ensayo y los remite al área usuaria.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

- 6.1. Antes de iniciar los ensayos el Analista debe colocarse el Equipo de Protección Personal – EPP como: Mandil, lentes de seguridad y guantes.
- 6.2. Activar la llave general eléctrica para energizar los tomacorrientes.
- 6.3. Activar los conmutadores de los UPS (Nota: la llave siempre debe de estar activada en la parte posterior)




	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-007
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Versión : 03 Fecha aprob: 11/10/2017 Página : 2 de 8


- 6.4. En la parte frontal del UPS. Para su funcionamiento se debe pulsar el botón de encendido (on) se debe esperar unos segundos hasta escuchar un sonido) verificar el cambio de fase en la pantalla frontal.
- 6.5. Abrir la llave de los gases que se encuentra en el cuarto de gases, en el primer piso, según los análisis requeridos verificando la presión de los gases y la compresora de aire (Nota: la presión mínima del balón de acetileno no debe ser menor a 100 PSI de ser así se procederá a cambiar de balón).
- 6.6. La presión de trabajo inicial de cada combustible son las siguientes:

Gas	Presión cilindro(PSI)	Presión en el equipo(PSI)
Acetileno	14	10
Óxido Nitroso	60	40
Aire	60 (compresora)	30*


* Se verifica en el filtro de aire situado en la mesa de trabajo del equipo.


- 6.7. Activar la campana extractora de gases.
- 6.8. Encender la PC.
- 6.9. Encender el equipo ICE 3000.
- 6.10. Abrir el software Solaar  y verificar que el equipo se encuentre conectado a la PC.
- 6.11. Se verificará que las presiones de los gases están operativas cuando los iconos de las presiones tengan un color verde, para conectar la PC ir a acción/comunicaciones/conectar se verifica que está conectado la Pc, cuando en la parte inferior derecha aparece "conectado".




- 6.11.1. Colocar el quemador ranurado de 100mm
- 6.12. Instalar una lámpara de cátodo hueco de Cu.
- 6.12.1. Abra la puerta del carrusel de las lámparas.
- 6.12.2. Hacer click en el icono lámpara  para girar el carrusel e insertar una posición vacía de La lámpara en la parte delantera, y confirmar desde la pantalla del software en estado de la lámpara que la energía a la posición de la lámpara está en OFF.
- 6.12.3. Orientar la lámpara correctamente, y luego instalarlo empujándola firmemente en el socket, de modo que se mantenga en su lugar por el clip de la lámpara.






	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-007
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Versión : 03 Fecha aprob: 11/10/2017 Página : 3 de 8


- 6.12.4. Confirmar en la pantalla del software del estado de la lámpara se muestre en "on"
- 6.13. Optimización del equipo con estándar de Cu 5 ppm.
- 6.13.1. Ir al icono mostrar método y hacer click 
- 6.13.2. Para crear un método nuevo de Cu, hacer click en el botón nuevo y aparece una tabla periódica y ubicar el elemento Cu hacer click y luego OK.
- 6.13.3. En el fichero General registrar el nombre del método y del operador
- 6.13.4. Seleccionar la técnica a emplear: Llama
- 6.13.5. En el botón muestreo seleccionar el tipo de auto muestreador se va a utilizar en este prueba colocar "ninguno".
- 6.13.6. En el Fichero Espectrómetro hacer clic en el botón Absorción, digitar 3 para replicas
- 6.13.7. Hacer un check en re-muestras rápidas
- 6.13.8. Digitar los siguientes datos:
- Tipo de llama aire – acetileno
 Longitud de onda Primaria 324.8nm
 Paso de banda 0.5nm
 Corriente de Lámpara Uso normal 75%
 Señal: continuo
 Corrección de Fondo: **Apagado**
- 6.13.9. Tiempo de Modo de medida (s) digitar 2
- En el Fichero Llama hacer click en el tipo de llama: Acetileno-aire
 Flujo de combustible, digitar 0.9 L/min
 Altura de mechero 7.0
 Estabilización: tiempo de estabilización del mechero: 0
 Tiempo de toma de Nebulización 2 s
- 6.13.10. En el Fichero Calibración
- Seleccionar el botón método Normal: ajuste **lineal mínimos cuadrados**
 Unidad de concentración: mg/L
 Número de estándar: 1
 Botón concentración de estándares: digitar 5 ppm
Comprobar Calibración: Ajuste Aceptable 0.995
 Factor escala: 1
 Unidades de escala: mg/L



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-007 Versión : 03 Fecha aprob: 11/10/2017
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Página : 4 de 8

- 6.13.11. Si alguna comprobación, de calibración falla seleccionar : Señalizar y continuar
- 6.13.12. Guardar método, en el botón Librería cargar el método de Cu nuevo.
- 6.13.13. Hacer click en configuración óptica 
- 6.13.14. Hacer click en Autocero 
- 6.13.15. Hacer click en Fichero/nuevos resultados se abre una ventana, y digitar el nombre de los resultados, guardar.
- 6.13.16. Realizar una purga para para verificar las presiones de los gases manteniendo activado el botón rojo por 8 segundos.
- 6.13.17. Encender la llama, activando el botón amarillo, por unos segundos, hasta que aparezca la llama y soltar el botón.
- 6.13.18. Colocar el capilar en un vaso con agua ultrapura.
- 6.13.19. Hacer click en configurar llama 
- 6.13.20. Hacer click en Autocero
- 6.13.21. Colocar el capilar en la fiola con el estándar de 5 ppm de Cu se verificará que la señal sea aprox. 0.6 ua, el equipo se encuentra optimizado para cualquier análisis.
- 6.13.22. Registrar el valor de la señal **en el formato DL-F-238**, aparece una ventana con un mensaje aspirar aire o agua. Hacer Ok
- 6.13.23. Aspirar agua por 2 minutos para limpiar el equipo de cualquier resto de muestra.
- 6.13.24. Apuntar en el libro de registros, Optimización del equipo con estándar de Cu 5 ppm el valor de la señal y la fecha.
- 6.14. Apagar la Llama**
- 6.14.1. Pulsar el botón rojo.
- 6.14.2. Apagarlas lámparas de cátodo hueco.
- 6.14.3. Hacer click en el icono Lámparas, aparece una ventana y seleccionar off en las lámparas que se quieren apagar.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-007
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Versión : 03 Fecha aprob: 11/10/2017 Página : 5 de 8

[...]

6.14.4. Cerrar las válvulas de gases.

6.14.5. Purgar los gases

6.14.6. Apagar el equipo

6.14.7. Apagar la campana extractora de gases.

6.15. **Análisis de una muestra**

Cuando requiere analizar una muestra, el equipo debe estar calibrado, para analizar muestras de Pb. Se debe realizar lo siguiente:

6.15.1. Instalar una lámpara de cátodo hueco de Pb.

6.15.2. Confirmar en la pantalla del software el estado de la lámpara de Pb, se muestre en "on"

6.15.3. Ir al icono mostrar método y hacer click.

6.15.4. Para crear un método nuevo de Pb, hacer click en el botón nuevo y aparece una tabla periódica y ubicar el elemento Pb hacer click y luego OK.

6.15.5. En el fichero General registrar el nombre del método y del operador

6.15.6. Seleccionar la técnica a emplear: Llama

6.15.7. En el botón muestreo seleccionar el tipo de auto muestreador se va a utilizar en este prueba colocar "ninguno".

6.15.8. En el Fichero Espectrómetro hacer clic en el botón Absorción, digitar 3 para replicas Hacer un check en re-muestras rápidas.

6.15.9. Digitar los siguientes datos:

Tipo de llama aire – acetileno

Longitud de onda Primaria 217.0 nm

Paso de banda 0.5nm

Corriente de Lámpara Uso normal 75%

Señal: continuo

Corrección de Fondo: D2 Qual line para utilizar la lámpara de Deuterio.


6.15.10. Tiempo de Modo de medida (s) digitar 2

6.15.11. En el Fichero Llama hacer click en el tipo de llama: Acetileno-aire

Flujo de combustible, digitar 0.9 L/min

Altura de mechero 7.0



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-007
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Versión : 03 Fecha aprob: 11/10/2017 Página : 6 de 8

Estabilización: tiempo de estabilización del mechero: 0
Tiempo de toma de Nebulización 2s

6.15.12. En el Fichero Calibración

Seleccionar el botón método Normal: ajuste *lineal mínimos cuadrados*
Unidad de concentración: mg/L
Número de estándar: 3
Botón concentración de estándares: digitar **0.1ppm, 0.5 ppm y 2.5 ppm**
Comprobar Calibración: Ajuste Aceptable 0.995
Factor escala: 1
Unidades de escala: mg/L

6.15.13. Si alguna comprobación. De calibración falla seleccionar: Señalizar y continuar

6.15.14. Guardar método, en el botón Librería cargar el método de Pb nuevo.

6.15.15. Hacer click en configuración óptica.

6.15.16. Hacer click en Autocero.

6.15.17. Hacer click en Fichero/nuevos resultados se abre una ventana, y digitar el nombre de los resultados, guardar.

6.15.18. Realizar una purga para para verificar las presiones de los gases manteniendo activado el botón rojo por 8 segundos.

6.15.19. Encender la llama, activando el botón amarillo, por unos segundos, hasta que aparezca la llama y soltar el botón.

6.15.20. Colocar el capilar en un vaso con agua ultrapura.

6.15.21. Hacer click en configurar llama

6.15.22. Hacer click en Autocero

6.15.23. Colocar el capilar en la fiola con el estándar de 2.5 ppm de Pb se verificará que la señal sea aprox. **0.150** ua, el equipo se encuentra optimizado.


6.15.24. Aparece una ventana con un mensaje aspirar aire o agua. Hacer Ok.

6.15.25. Aspirar agua por 2 minutos para limpiar el equipo de cualquier resto de muestra.

7. INSTRUCCIONES

No aplica



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-007
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Versión : 03 Fecha aprob: 11/10/2017 Página : 7 de 8

8. DURACIÓN

No aplica.

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica.

10. REGISTROS

10.1. DL-F-203 INFORME DE ENSAYO –ANÁLISIS DE ORO

10.2. DL-F-204 INFORME DE ENSAYO –ANÁLISIS DE POLIMETÁLICOS

10.3. *DL-F-238 REGISTRO DE VERIFICACIÓN –EQUIPO AAS ICE 3000 THERMO SCIENTIFIC*

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

11.1 Absorción Atómica: Es una técnica capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos del Sistema Periódico. Sus campos de aplicación son, por tanto, muy diversos. Se emplea en el análisis de aguas, análisis de suelos, rocas, etc.

11.2 Espectrofotómetro: Equipo para comparar la intensidad de los colores correspondientes de 2 espectros luminosos. Artificio que permite medir la pérdida de intensidad que sufre una radiación aislada al atravesar un medio absorbente (generalmente una solución); la radiación puede aislarse con un medio dispersivo y una rendija, o con filtros absorbentes.

11.3 Límite de detección de método (L.D.M): Menor contenido que se puede medir con una certeza determinada, aplicando los parámetros del método (peso, volumen, rango de concentración lineal, etc).

11.4 Software Solaar: Es un software que se aplica cuando se realizan análisis de absorción atómica, realiza cálculos estadísticos y la cuantificación del elemento a través de una curva de calibración. Es usado en el espectrofotómetro ICE 3000.

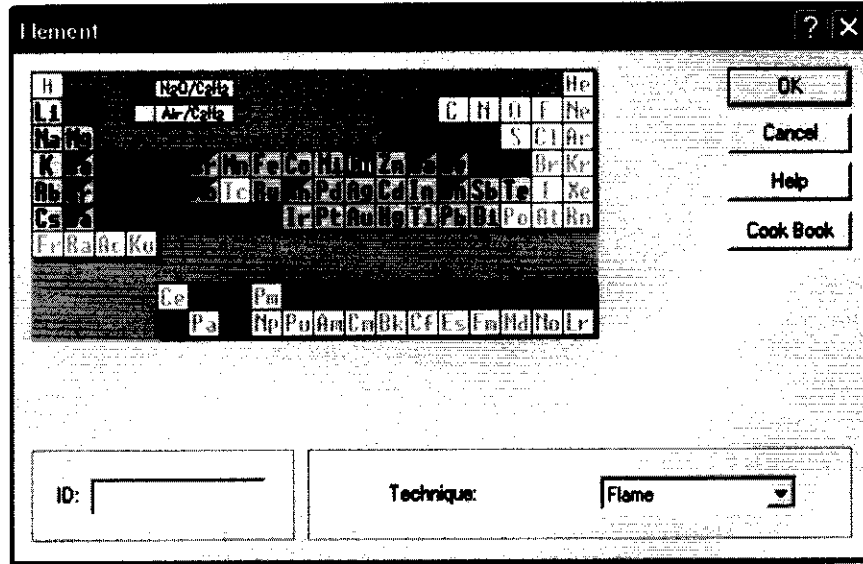
12. ANEXOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-007 Versión : 03 Fecha aprob: 11/10/2017
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA	Página : 8 de 8

Software: Tabla periódica de elementos Químicos.

Selección del analito a determinar: Cu



Aprobado por :	Leonardo Edwin Loaiza Choque ASISTENTE
----------------	---



1. FINALIDAD

Establecer las instrucciones para operar el Equipo de Difracción de Rayos X para asegurar el funcionamiento de acuerdo a las especificaciones del manual del equipo y poder determinar así la composición mineralógica de las muestras a analizar.

2. ALCANCE

Aplica a la determinación de minerales en muestras elementos tales como: rocas, arcillas, arenas, minerales, sedimentos, aleaciones.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR

- 3.1 INSTRUCCIÓN MANUAL SHIMADZU X-RAY DIFFRACTOMETER XRD-6000.
- 3.2 INSTRUCCIÓN MANUAL SHIMADZU ESTÁNDAR SOFTWARE FOR X-RAY DIFFRACTOMETER XRD-6000.
- 3.3 LEY 28028: Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante.
- 3.4 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1 Solicitud de análisis (DL-F-161 o DL-F-159) u orden de trabajo (para clientes externos).
- 4.2 Muestras pulverizadas (malla -400).

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Especialista en análisis por Difracción de Rayos X, es responsable de la operación del Difractómetro, de su cuidado y de informar para su mantenimiento preventivo y/o correctivo.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio revisa, firma y remite los Reportes de Resultados al Director de Laboratorio
- 5.3 El Director del Laboratorio revisa y firma los Reportes de Resultados y los remite al área usuaria.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO


6.1 ENCENDIDO DEL EQUIPO

- 6.1.1 Encender la computadora.
- 6.1.2 Activar la llave general eléctrica.
- 6.1.3 Encender el Estabilizador, en modo REGULATION, switch de la derecha
- 6.1.4 Encender el Chiller, botón ON, esperar el precalentamiento de este, se indicara en su pantalla la temperatura actual del agua luego de transcurrido 60 segundos.
- 6.1.5 Encender el Difractómetro, switch en modo ON, ubicado en el lado izquierdo inferior del equipo.



Pmgr



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-008 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/05/2016
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-6000	Página : 2 de 7

6.1.6 Realizar la interfase entre el Sistema y el Software, ubicar el icono del Software Pmgr que aparecerá en el Escritorio, y hacerle doble click.

6.1.7 Comunicarse con el equipo y calibrarlo, hacer click en Display & Setup



6.1.8 Determinar los parámetros de Voltaje y Amperaje del tubo de rayos X, el modo estándar es de 40kV y 30mA, hacer click en XG Control.



6.2 IRRADIACIÓN

6.2.1 Tener el control del goniómetro, abrir la ventana Right Gonio Service, haciendo click en el siguiente icono.



6.2.2 Abrir la ventana donde se irá registrando (Right Gonio Analysis), hacer click en el siguiente icono.



6.2.3 Abrir la ventana donde se definirán los parámetros de la irradiación (Right Gonio Condition), hacer click en el siguiente icono.



6.2.4 Hacer doble click en el recuadro azul, en Edit Analysis Condition.

6.2.5 Colocar el rango del ángulo en el cual se irradiará, en Scan Rang (deg), se trabaja por defecto de 2 a 70 grados.


6.2.6 Hacer click en el botón Append.


6.2.7 Hacer click en el botón Star.

6.2.8 Terminada la irradiación guardar la data del difractograma, en la ventana Right Gonio System.


6.3 CORRECCIÓN DEL BACKGROUND



 <p>Sector Energía y Minas INGEMMET Instituto Geológico Minero y Metalúrgico</p>	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-008 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/05/2016
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-6000	Página : 3 de 7

- 6.3.1** Abrir la ventana Basic Process donde se realiza la corrección del Background, hacer click en el siguiente icono. 
- 6.3.2** Hacer la corrección del Background seleccionando "Calculate", situado en la barra de herramientas en la opción "Data".
- 6.3.3** De ser necesario marcar los picos manualmente en la ventana "Peak Add/del" que aparece en la barra de herramientas en la opción "Data". Hacer clic sobre el pico que se desea marcar previamente seleccionando la opción "E" de la barra de herramientas de la ventana "Peak Add/del".
- 6.3.4** Guardar el nuevo archivo generado después de la corrección.


6.4 IDENTIFICACIÓN DE MINERALES

- 6.4.1** Abrir la ventana Search Match haciendo click en el siguiente icono. 
- 6.4.2** Abrir el archivo de la muestra que deseamos analizar, debe ser el archivo con extensión *.PSE.
- 6.4.3** Seleccionar "Pre-Search" en la opción "Search" ubicada en la barra de herramientas.
- 6.4.4** Seleccionar "Search" en la opción "Search" ubicada en la barra de herramientas.
- 6.4.5** Se abrirá la ventana "Condition", en el campo "Sub File", seleccionar "Common Fase" y "Mineral", en el campo "Match Condition", hacer una primera búsqueda en el modo "d-Match" y posteriormente si no se identifica en el modo "d-I Match".
- 6.4.6** Aparece una lista de máximo 60 minerales que podrían encontrarse presentes en la muestra, si se verifica por la ubicación de sus picos principales que esos minerales se encuentran, guardarlos.
- 6.4.7** Si se desea seleccionar un mineral como presente en la muestra, hacer click en "Entry" situado en la opción "Card" de la barra de herramientas.
- 6.4.8** Si los minerales no están presentes en la lista mostrada cambiar de "Match Condition".
- 6.4.9** Si los minerales aún no están presentes en la lista, ubicarlos según la ubicación del su pico principal pero ingresarlos manualmente desde la base de datos con su número de ficha, que podrá ser hallado desde la ventana PCPDF Utility.
- 6.4.10** Una vez ubicados todos los minerales presentes en la muestra, guardar el archivo.

6.5 APAGADO DEL EQUIPO

- 6.5.1** Cerrar todas las ventanas del Software Pmgr.
- 6.5.2** Apagar el Chiller, presionando el botón "Off" de su tablero y en la parte posterior desactivar su llave eléctrica.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-008 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/05/2016
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-6000	Página : 4 de 7

- 6.5.3 Apagar el Difractómetro, switch en modo "OFF".
- 6.5.4 Apagar el estabilizador, llave "Regulation" en modo "OFF".
- 6.5.5 Desactivar la Lave eléctrica general.

7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

- 8.1 La irradiación tiene una duración aproximada de 35 minutos.
- 8.2 El análisis, la identificación y cuantificación dependerá de la complejidad de la muestra (entre 1 y 2 días)

9. DIAGRAMACIÓN

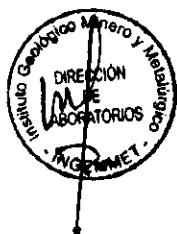
No aplica.


10. REGISTRO

- 10.1 Registro automático en la base de datos del programa PMGR del Difractómetro XRD-6000 (XRD Data).
- 10.2 Registro de los difractogramas y reportes de forma digital (*W:\LRX\CONTROL RESULTADOS*)

11. GLOSARIO DE TERMINOS

- 11.1 **Difracción de Rayos X:** Es una técnica capaz de identificar y determinar cualitativamente y semi-cuantitativamente estructuras cristalinas, como son los minerales. Se emplea en el análisis de rocas, arcillas, arenas, sedimentos, aleaciones, etc.
- 11.2 **Difractómetro:** Equipo para identificar la radiación difractada por la muestra en un determinado ángulo de incidencia, para comparar la intensidad de la radiación difractada con la base de datos de las especies cristalinas.
- 11.3 **Difractograma:** Espectro compuesto por la radiación difractada por la muestra con diferentes intensidades para un determinado ángulo.
- 11.4 **Pico principal:** Fondo espectral, ubicado en el detector del equipo.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-008 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/05/2016
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-6000	Página : 5 de 7

- 11.5 Background:** Fondo espectral, ubicado en el detector del equipo.
- 11.6 Software Pmgr:** Es un software que se aplica cuando se realiza análisis mineralógico por Difracción de Rayos X, realiza cálculos estadísticos y la cuantificación de los iones a través de una curva de calibración. Es usado en el Difractómetro XRD-600.

12. ANEXOS

ANEXO 1

DIFRACTÓMETRO XRD-6000, VISTA FRONTAL

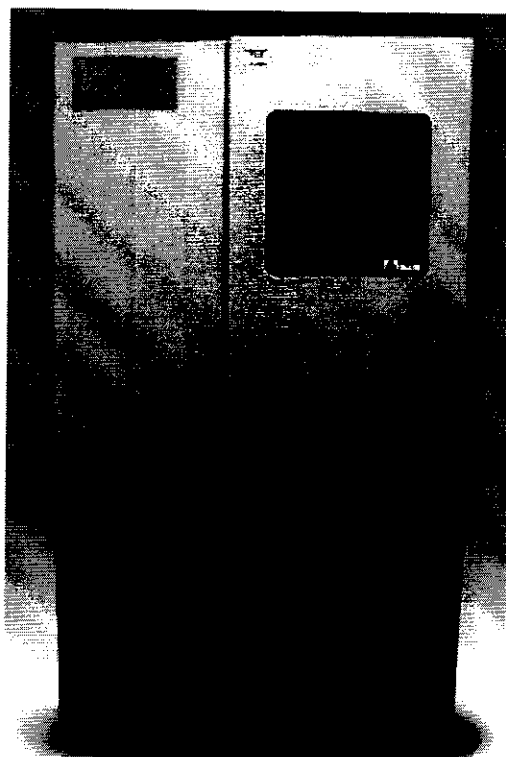



Fig.1



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-008 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/05/2016
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-6000	Página : 6 de 7

ANEXO 2

SOFTWARE DE OPERATIVIDAD Y ANÁLISIS DEL DIFRACTÓMETRO XRD-6000

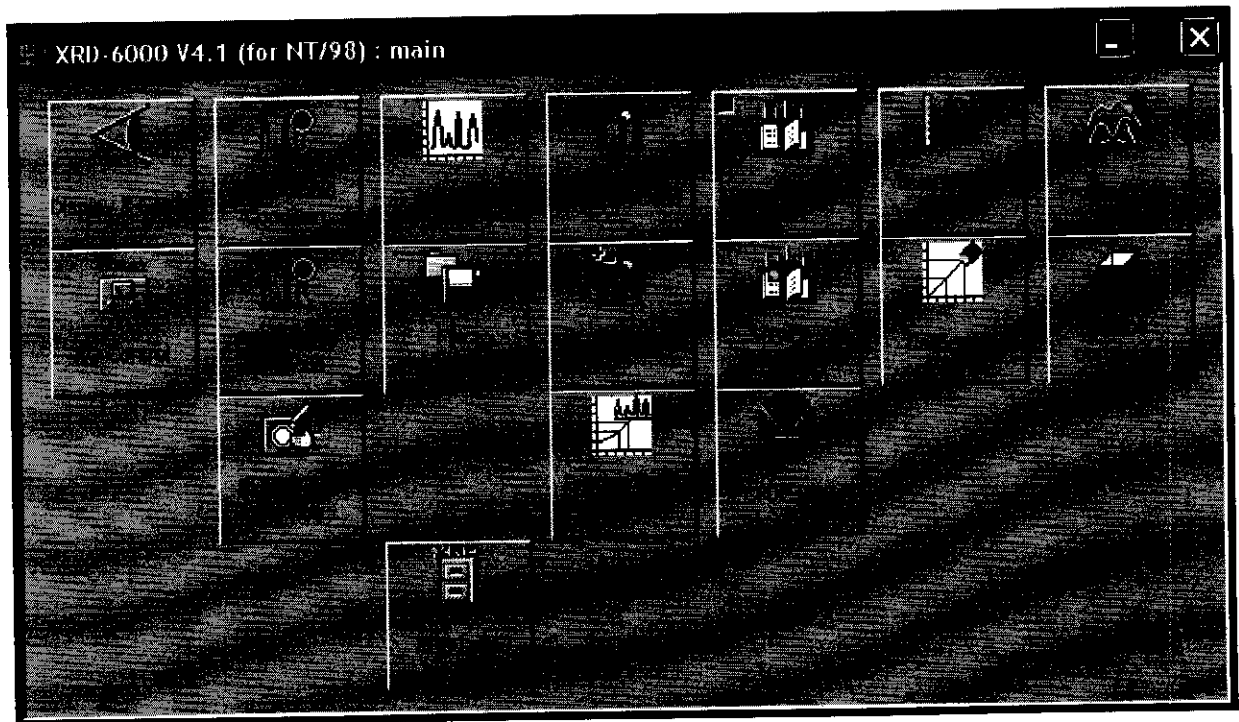



Fig. 2



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-008 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/05/2016
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-6000	Página : 7 de 7

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



1. Finalidad

Establecer el instructivo que nos permita identificar minerales de mena de las rocas, sus intercrecimientos, textura y probable secuencia paragenética mediante el uso de Microscopio de Polarización de Luz reflejada.

2. Alcance

El presente instructivo especifica la metodología y secuencias para realizar las descripciones mineragráficas de las rocas. El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y secciones pulidas hasta el correcto llenado y entrega del formato de Estudios Minerográficos: DL-F-157.

3. Documentos a consultar / Base Legal

- 3.1 Paul G. Spry, Brian L. Getlinske Tables for the Determination of Common Opaque Minerals.
- 3.2 Paul Ramdohr. The Ore Minerals and their Intergrowths.
- 3.3 P. Picot, Z. Johan. Atlas of Ore Minerals.
- 3.4 Bernhard Pracejus. The Ore Minerals under the Microscope.
- 3.5 Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.6 Tabla de Abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232
- 3.7 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. Requisitos

- 4.1 Las secciones pulidas deben estar preparadas de acuerdo a lo indicado en el instructivo DL-I-003.
- 4.2 DL-F-160 Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

5. Responsabilidades


- 5.1 El Profesional Especialista en Estudios Petromineralógicos encargado de hacer el estudio mineragráfico entrega el formato de Estudios Minerográficos: DL-F-157 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la caratula y la introducción.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio se encargará de entregar el informe final de estudios Minerográficos a la Dirección de Laboratorios.

6. Etapas del Instructivo

- 6.1 El estudio mineragráfico comprende la descripción macroscópica y microscópica de la muestra. La descripción macroscópica se puede realizar a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza, imán y porcelana. Luego, se realiza una descripción microscópica de la sección pulida haciendo uso del microscopio de polarización de luz reflejada.

Para la realización del estudio mineragráfico se requiere los siguientes instrumentos, reactivos y productos:



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-009 Versión : 06 Fecha aprob.: 10/05/2016
	ESTUDIOS MINERAGRAFICOS	Página : 2 de 5

- ❖ Lupa o estereomicroscopio
- ❖ Microscopio de Polarización de Luz Reflejada.

Reactivos y productos:

- ❖ Alúmina (si es necesario limpiar la muestra)
- ❖ Agua oxigenada

6.2 Para el correcto llenado del formato de Estudios Mineragráficos: DL-F-157, se anotarán los datos generales de la muestra: primero el código de la muestra, seguido por cuadrángulo, sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160 Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

6.3 Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el estudio mineragráfico y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.

6.4 Descripción Macroscópica

La descripción macroscópica se realizará a partir de las muestras de mano que se entreguen para el estudio.


Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa.

- 6.4.1** Naturaleza de la muestra (ej: muestra de estructura, roca ígnea, sedimentaria, metamórfica, etc)
- 6.4.2** Compacidad (ej. Compacto, semicompacto, no compacto)
- 6.4.3** El color general o el rango de colores de la muestra de mano será tomado en la muestra humedecida. El color se estima utilizando la Tabla de Color Referencial- (ver 3.5)
- 6.4.4** Composición mineralógica
- 6.4.5** Textura (ejm: reemplazamiento, diseminado, relleno)
- 6.4.6** Características especiales (intercrecimiento, asociaciones, etc.)
- 6.4.7** Grietas macroscópicas abiertas o rellenas, poros y cavidades (cuando son relevantes)
- 6.4.8** Evidencia de meteorización o alteración: teñido por difusión de hidróxidos de hierro, alteración a minerales secundarios de cobre, entre otros. (cuando son relevantes).
- 6.4.9** Estimación cualitativa de densidad.
- 6.4.10** Fotografía de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-157 Estudio Mineragráfico

6.5 Descripción Microscópica

- 6.5.1** La descripción microscópica es un resumen de todo lo observado en la sección pulida muestra a través del microscopio de polarización con luz reflejada.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-009 Versión : 06 Fecha aprob.: 10/05/2016
	ESTUDIOS MINERAGRAFICOS	Página : 3 de 5

6.5.2 Donde se indicará los minerales encontrados y el modo de ocurrencia de manera general en la muestra. Además de incluir una fotomicrografía general de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-157 Estudio Minerográfico.

6.6 Descripción Mineralógica

La descripción mineralógica comprende la descripción de cada constituyente mineral de la roca.

6.6.1 Los siguientes ítems se incluirán en la descripción mineralógica. Para cada mineral o grano identificado, las características listadas abajo deberán ser especificadas (cuando sea relevante), de forma narrativa

1. **Forma:** euédral, subédral y anédral.
2. **Hábito** (ejm. Prismático).
3. **Características especiales:** intercrecimientos, asociaciones.
4. **Tamaño** (medido en milímetros, con un rango o promedio)
5. **Distribución** (ej. diseminados, vetillas discontinuas, asociación mirmequítica).
6. **Textura por mineral** (ej. exsolución lamelar, esquelética), si es relevante.
7. **Evidencia de alteración:** a óxidos e hidróxidos de hierro y/o manganeso, a minerales secundarios de cobre.
8. **Porcentaje del mineral:** Se calcula el porcentaje por área, se cuenta 6 campos aleatoriamente de una sección pulida, el promedio de los porcentajes hallados en cada campo se registran en el formato de Estudio Minerográfico: DL-F-157. Si el estudio amerita mayor detalle especificar el método usado (ej. estimación, contrapunto).

6.6.2 Textura general: intercrecimiento, diseminado, reemplazamiento, relleno, etc.

6.6.3 Secuencia de formación probable: Se indica los minerales de acuerdo a la secuencia de formación que presentan.


6.6.4 Grado de alteraciones: Se enumeran las alteraciones presentes en la muestra y se marca con un "X" la intensidad de la alteración de acuerdo al formato DL-F-157 de Estudio Minerográfico.

6.6.5 Fotomicrografías: La adquisición de fotomicrografías a través del software LAS (Leica Application Suite), provee resoluciones muy altas, para lo cual el tamaño estándar para insertarlas en formato DL-F-157 será en 10.8 cm en altura medido en la versión digital del mismo. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:

1. Se identifican los minerales presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.6)

NOTA: Los minerales secundarios se colocarán entre paréntesis.

2. Se describe de modo general los minerales presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-009 Versión : 06 Fecha aprob.: 10/05/2016
	ESTUDIOS MINERAGRAFICOS	Página : 4 de 5

Opcionalmente si la muestra lo requiere se tomarán fotomicrografías adicionales que representen aquellos detalles que no son observados en la fotomicrografía general. Las fotomicrografías adicionales tendrán un tamaño de 5.3 cm medido en la versión digital del formato DL-F-157 Estudio Minerográfico.

6.6.6 Estudios Adicionales: Se colocarán aquellos estudios que se le realizan adicionalmente a la muestra.

6.6.7 Comentarios u observaciones: Si se encuentran características no detalladas en la descripción macroscópica y/o microscópica. Asimismo, sugerencias indicando al usuario el requerimiento de estudios adicionales.

7. Instrucciones

No aplica.

8. Duración

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten la muestra, considerando como tiempo aproximado de 1 día por muestra.

9. Diagramación

9.1 DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos

9.2 DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10. Registros

10.1 DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

10.2 DL-F-157: Estudio Minerográfico

11. Glosario de Términos

11.1 Macroscópico: Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.


11.2 Microscópico: Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.

11.3 Muestra de mano: Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño. Ver ANEXO N° 1: Requerimiento de muestras de mano para Estudios Petromineralógicos

11.4 Galleta de roca: Es parte de la muestra de roca que ha sido cortada en forma de una galleta.

11.5 Estereomicroscopio: Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento los componentes de las muestras de mano.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-009 Versión : 06 Fecha aprob.: 10/05/2016
	ESTUDIOS MINERAGRAFICOS	Página : 5 de 5

11.6 Microscopio de Polarización: Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y en la interpretación de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.


11.7 Sección pulida: Una sección pulida es una porción de roca mineralizada puesto en una briqueta circular de 40 mm de diámetro aproximadamente, las dimensiones pueden variar de acuerdo al estudio. Las secciones pulidas y delgadas pulidas tienen un lado pulido con suspensiones de diamante (6µm, 3µm, 1µm y ¼µm). Asimismo, se puede realizar secciones pulidas de concentrados, relave, etc.

12. Anexos

No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-010 Versión : 07 Fecha aprob.: 21/12/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS	Página : 1 de 10

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar estudios petrográficos de rocas ígneas que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año. Así también para asegurar que las clasificaciones petrográficas sean aplicables, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para elaborar las descripciones petrográficas de rocas ígneas. Se debe considerar que algunos tipos de rocas requieren de métodos adicionales como análisis químico y físico para su clasificación petrográfica, estos métodos no serán descritos en este instructivo.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y secciones delgadas hasta el correcto llenado y entrega del formato DL-F-231 Estudios Petrográficos de Rocas Ígneas.


3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.2. Guía para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. DGR-G-001. Capítulo 2. Páginas de 25 a 54.
- 3.3. Kerr, Paul F.; Mineralogía Óptica. Tercera Edición.
- 3.4. Howel Williams; Francis J. Turner; Charles M. Gilbert .Petrografía. Cuarta Edición. Pág. 265 404.
- 3.5. J. Mcphie; M. Doyle; R. Allen. Volcanic Textures. University of Tasmania.
- 3.6. A. Castro Dorado (1989), Petrografía Básica – Texturas, Clasificación y Nomenclatura de rocas.
- 3.7. *Joan y Carles Melgarejo, Atlas de Asociaciones Minerales en Lámina Delgada*
- 3.8. *Mackenzie W.S., Donaldson C.H. and Guilford C., Atlas of igneous rocks and their textures*
- 3.9. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.10. Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232.
- 3.11. Tabla de Michel – Levy.

4. REQUISITOS

- 4.1 Las secciones delgadas deben tener un espesor de 30µm, de acuerdo a lo indicado en el instructivo DL-I-002.
- 4.2 DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
- 4.3 Para una clasificación petrográfica, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio, entonces se podrán preparar una o más secciones delgadas si es necesario.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-010 Versión : 07 Fecha aprob.: 21/12/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS	Página : 2 de 10

5. RESPONSABILIDADES

5.1 *El Director de Laboratorios es responsable de la aprobación del presente instructivo.*

5.2 El Profesional Especialista en Estudios Petromineralógicos encargado de hacer el estudio petrográfico entrega el formato de Estudios Petrográficos de Rocas Ígneas: DL-F-231 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía,

5.3 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de estudios petrográficos a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El estudio petrográfico de rocas ígneas, comprende la descripción macroscópica y microscópica de la muestra. La descripción macroscópica se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza, imán y porcelana. Luego, se realiza una descripción microscópica de las secciones delgadas a través del microscopio de polarización; si hay indicios de minerales de mena se recomienda la preparación de una sección pulida adicional. Finalmente, se procede a dar la clasificación de la roca de acuerdo a la composición mineralógica hallada.

Para la realización del estudio petrográfico se requiere la siguiente instrumentación y reactivos:

- ❖ Lupa o estereomicroscopio
- ❖ Microscopio de polarización con la Luz Transmitida.

Reactivo:

- ❖ Ácido Clorhídrico al 10%

6.1. Para el correcto llenado del formato DL-F-231 Estudios Petrográficos de Rocas Ígneas se anotará los datos generales de la muestra: primero el código de la muestra seguido por cuadrángulo sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160 Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el estudio petrográfico y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.


6.2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La descripción macroscópica se llevará a cabo, tanto en las muestras frescas como poco alteradas.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa.

- 6.2.1 Naturaleza de la roca (ejm. Ígnea intrusiva, ígnea hipoabisal, ígnea volcánica)
- 6.2.2 Compacidad (ejm. Compacto, semcompacto, no compacto)
- 6.2.3 El color general o el rango de colores de la muestra de mano. El color puede estimarse utilizando la tabla de colores referenciales. Ver 3.7.
- 6.2.4 Textura



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-010 Versión : 07 Fecha aprob.: 21/12/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS	Página : 3 de 10

- 6.2.5 Tamaño del grano (si es relevante). Para esta clasificación se utilizan los rangos definidos en la DGR-G-001 Guía para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Capítulo 2. Páginas 29 y 30.
- 6.2.6 Composición mineralógica, se describe a grandes rasgos (forma, alteración) las características de los minerales presentes en la roca.
- 6.2.7 Estructuras: fracturas macroscópicas abiertas o rellenas, poros, amígdalas, vesículas (cuando son relevantes).
- 6.2.8 Evidencia de meteorización o alteración: teñido por alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, alteración de feldspatos, entre otros. (cuando son relevantes) Si se sospecha la existencia de carbonatos en la roca se utiliza el Ácido Clorhídrico al 10%, vertiendo algunas gotas de esta, sobre una superficie fresca de la muestra para confirmar o descartar su existencia.
- 6.2.9 Presencia de xenolitos o fragmentos líticos (cuando son relevantes).
- 6.2.10 Estimación cualitativa de densidad
- 6.2.11 Presencia de magnetismo.
- 6.2.12 Fotografía de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-231


6.3 DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

La descripción microscópica es un resumen de todo lo observado en la muestra a través del microscopio de polarización y la sección delgada, de tal manera que se describe de modo general a la roca.

- 6.3.1 Los siguientes ítems se incluirán en la descripción microscópica de forma narrativa:
 1. Naturaleza de la roca.
 2. Textura.
 3. Constituyentes (tanto los principales como los de la matriz, dependiendo del tipo de roca ígnea).
 4. Alteraciones
 5. Microestructuras (tamaños, formas, abundancia relativa y materiales de relleno si estuviesen presentes)
 6. Fotomicrografía general de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6cm medido en la versión digital del formato DL-F-231.
- 6.3.2 La descripción mineralógica comprende la descripción de cada constituyente mineral de la roca. Estos se dividen en cuatro partes: cristales, matriz, líticos y secundarios. Cabe resaltar que de acuerdo a la clasificación de roca ígnea, pueden o no ser llenados estos campos.
 1. **Cristales:** se consideran a los minerales de la roca. Esta sección se divide en dos partes:
 - ❖ Esenciales, los cuales son los minerales formadores de la roca, los que caracterizan la composición la misma; se consideran aquellos minerales que cuenten con un porcentaje mayor al 5%.
 - ❖ Accesorios, son minerales que pueden estar presentes o ausentes sin cambiar las características de la roca; y, se consideran aquellos minerales que alcanzan un porcentaje hasta del 5%. Asimismo, en este punto se consideraran los minerales opacos a pesar de tener un porcentaje mayor al 5%, debido a que su identificación se realiza en una sección pulida.

NOTA: La determinación de minerales opacos se realizará en secciones pulidas.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-010 Versión : 07 Fecha aprob.: 21/12/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS	Página : 4 de 10

Para cada mineral identificado, se describe el mineral en negrita seguido por una coma y se procede a describir las características listadas abajo, las cuales deberán ser especificadas cuando sea relevante.

- 1.1 **Forma:** euhedral, subhedral y anhedral
- 1.2 **Hábito** (ejm. prismático, tabular, fibroso).
- 1.3 **Características especiales** (ejm: aplanada, elongada, maclas, microfracturas, entre otros).
- 1.4 **Evidencia de alteración:** impregnación por la alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, cloritización de biotita, sericitización de feldspatos, desintegración radioactiva de minerales tales como zircón o allanita, etc.
- 1.5 **Tamaño de los cristales:** se refiere al valor y rango de variación medida en milímetros, para el caso de los cristales que se encuentran como relleno de intersticios, se calcula un promedio.

NOTA: Para los cristales secundarios, no es necesario colocar el tamaño, salvo si es relevante.

- 1.6 **Porcentaje del mineral,** es el promedio de los campos de visualización de forma aleatoria, en la muestra, la cantidad de campos dependerá del tipo de roca ígnea y del tamaño del grano de acuerdo al punto 6.2.5. El promedio de los porcentajes hallados en cada campo se registran en el formato de Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas: DL-F-231.

NOTA: Para los moldes de cristales no se consideran porcentajes, ya que estos serán considerados en los minerales secundarios, de acuerdo a la alteración o reemplazamiento que haya sufrido según sea el caso.

2. **Matriz:** Si la roca presenta matriz, se debe realizar la descripción de los minerales constituyentes de acuerdo a lo indicado en los puntos del 1.1 hasta el 1.6.

NOTA: Para el caso de rocas volcánicas, no se determinará el tamaño del material criptocristalino.

3. **Líticos:** Si la roca presenta fragmentos líticos o xenolitos, se anotará:


- 3.1. La naturaleza del mismo, indicando su composición si es posible.
- 3.2. Textura
- 3.3. Describir los minerales constituyentes, anotar las características especiales y tamaño de los mismos, si se pueden visualizar y si son relevantes.
- 3.4. El tamaño del fragmento lítico o xenolito
- 3.5. El porcentaje que ocupa en la sección delgada.

4. Secundarios: son aquellos minerales que provienen de la alteración de los minerales presentes en la roca, asimismo, se considera a los minerales que provienen posterior a la formación de la roca (como relleno de microfracturas, en microvenillas, etc.). Se considera alteración magmática, hidrotermal y física. Se debe realizar la descripción de los minerales constituyentes de acuerdo a lo indicado en el punto 6.3.2. desde el 1.1 al 1.6. según se requiera.

6.3.3 Textura principal de la roca, colocar las texturas secundarias si son relevantes.

6.3.4 Grado de Alteraciones: Se enumeran las alteraciones presentes en la roca y se marca con una "X" la intensidad de la alteración de acuerdo al porcentaje de los minerales secundarios según formato de Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas: DL-F-231.
NOTA: Para el caso de alteración magmática, el grado de alteración no será incluido.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-010 Versión : 07 Fecha aprob.: 21/12/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS	Página : 5 de 10

6.3.5 Fotomicrografías: La adquisición de fotomicrografías *se realiza a través de una cámara de video-digital acoplado al microscopio de polarización, y que cuenta con un software, el cual provee imágenes con resoluciones muy altas, para lo cual el tamaño estándar para insertarlas en formato de Estudios de Rocas Ígneas: DL-F-231 será en 10.8 cm en altura medido en la versión digital del mismo. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:*

1. Se identifican los minerales presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas (Ver 3.8)

NOTA: Los minerales secundarios se colocarán entre paréntesis.

2. Se describe de modo general los minerales presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.

Opcionalmente si la muestra lo requiere se tomarán fotomicrografías adicionales que representen aquellos detalles que no son observados en la fotomicrografía general. Las fotomicrografías adicionales tendrán un tamaño de 5.3 cm medido en la versión digital del formato DL-F-231.

6.3.6 Comentarios y/ u observaciones: Si se encuentran características no detalladas en la descripción macroscópica y/o microscópica. Asimismo, sugerencias indicando al usuario el requerimiento de estudios adicionales.

6.4 CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA

Sobre la base de los datos generados de las descripciones macroscópicas y microscópicas relacionadas a la estructura, fábrica y composición mineralógica, se le asignará una clasificación modal petrográfica a la roca y fijando al menos la familiaridad de la misma, de acuerdo a las guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Capítulo 2 Pagina 25 a 54 (Ver anexo N° 1).

Para el caso de las rocas volcánicas, si el porcentaje modal de la roca contiene vidrio o material criptocristalino mayor al 15% se recomienda realizar estudios adicionales para su clasificación petrográfica.

7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 1 día por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

9.1 DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos

9.2 DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10. REGISTROS

10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

10.2. DL-F-231: Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas



11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

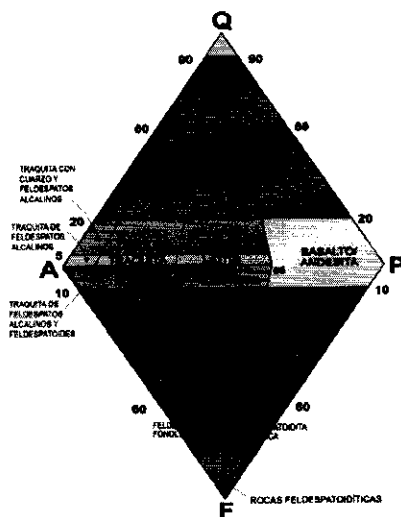
- 11.1. **Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.
- 11.2. **Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.
- 11.3. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño.
- 11.4. **Galleta de roca:** Es parte de la muestra de roca que ha sido cortada en forma de una galleta.
- 11.5. **Esteriomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.
- 11.6. **Microscopio de Polarización:** Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y descripción de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.
- 11.7. **Sección delgada:** Una sección delgada es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor **aproximado de 0,030 mm**, y normalmente protegido con un cubreobjetos. La sección delgada normalmente mide 52mm x 26mm, pero en el caso de rocas de grano más grande, se usarán dimensiones más grandes (ejm. 75mm x 50mm) o pueden ser preparadas varias secciones de dimensiones normales.

12. ANEXOS

12.1 ANEXO N° 1: DIAGRAMAS PARA CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA DE ROCAS ÍGNEAS

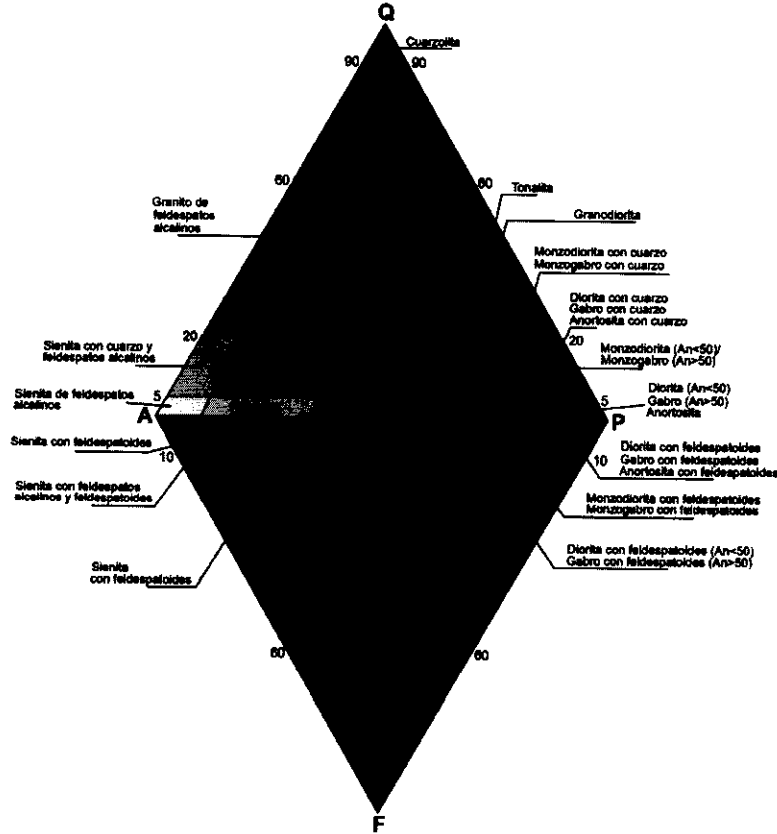
- ❖ Clasificación y nomenclatura de rocas Volcánicas de acuerdo a su contenido modal de minerales, usando el diagrama QAPF (Streckeisen, 1976).


Q= Cuarzo, A= Feldespatos alcalinos, P= Plagioclasas, F= Feldespatoides.



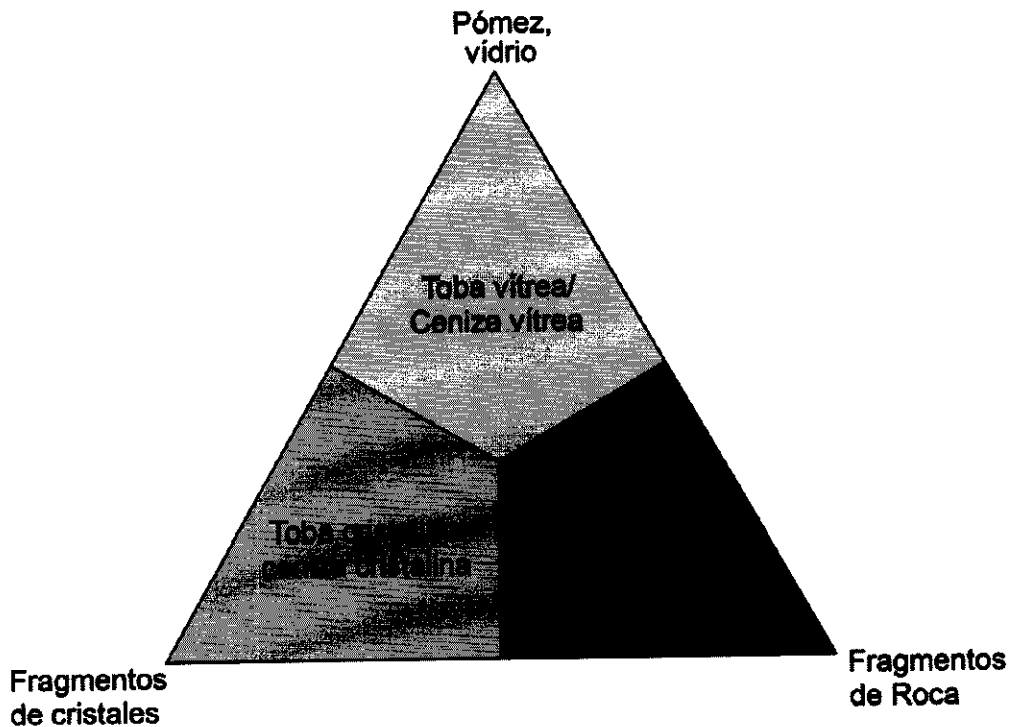
- ❖ Clasificación y nomenclatura de rocas plutónicas de acuerdo a su contenido modal de minerales, usando el diagrama QAPF (Streckeisen, 1976).

Q= Cuarzo, A= Feldespatos alcalino, P= plagioclasas, F= Feldespatoides.

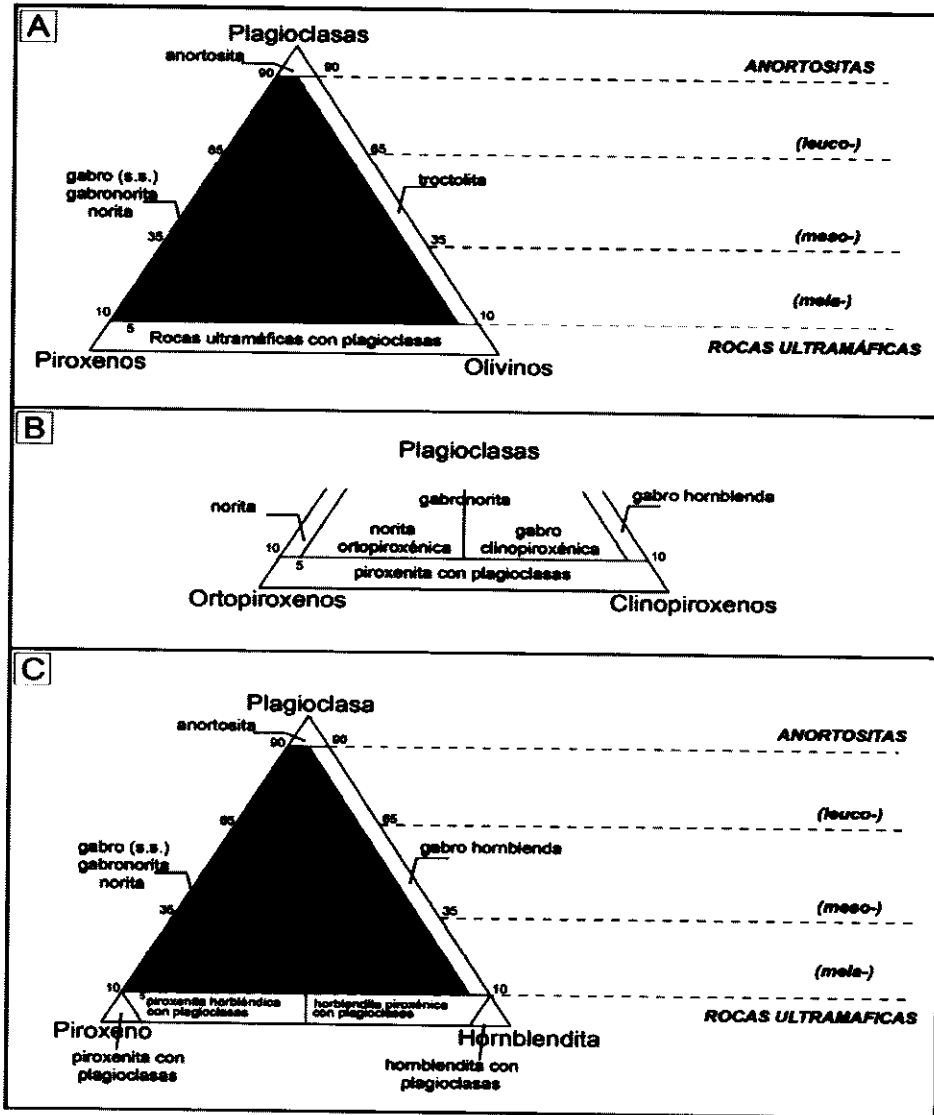


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-010 Versión : 07 Fecha aprob.: 21/12/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS	Página : 8 de 10

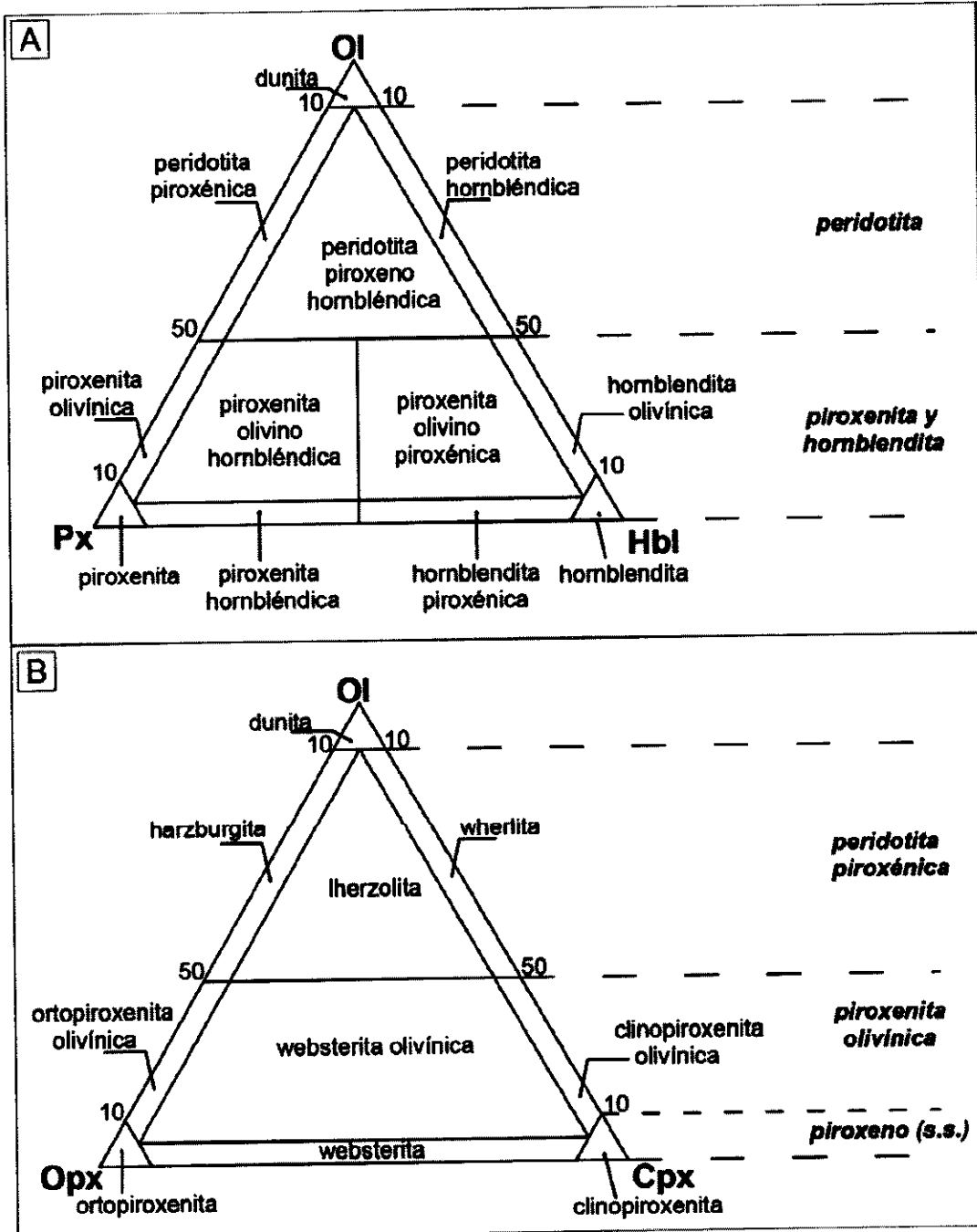
❖ Clasificación y nomenclatura de tobas y cenizas basada en la composición de sus fragmentos (Schmidt, 1981).



- ❖ Triángulos de composición para rocas plutónicas máficas y ultramáficas.



- ❖ Clasificación y nomenclatura en rocas ultramáficas basada en la proporción de olivino (ol), ortopiroxeno (opx), clinopiroxeno (cpx), piroxeno (px) y hornblenda (Hb). Según Streckeisen (1973 in: Le Maitre 1989).



Aprobado por : **Edwin Loaiza Choque**
 DIRECTOR DE LABORATORIOS

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar estudios de inclusiones de fluidos, lo cual permitirá determinar la temperatura de homogeneización, temperatura de fusión, porcentaje de NaCl, presión y las paleopropiedades de un yacimiento, para contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para elaborar los estudios de inclusiones de fluidos.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y secciones delgadas doblemente pulidas, hasta el correcto llenado y entrega del formato de Estudios de Inclusiones de Fluidos: DL-F-003

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR

- 3.1. Goldstein, R. Reynolds, J. (1994) "Systematics of Fluid Inclusions in Diagenetic Minerals". SEPM (Society for Sedimentary Geology), pp. 1-200.
- 3.2. Shepherd, T. Rankin, A. & Alderton, D. (1985) "A Practical guide to fluid inclusion studies". XI, pp. 1-230; Glasgow (BLACKIE).
- 3.3. Melgarejo, Joan. (1997) "Atlas de asociaciones minerales en lámina delgada". EDICIONES DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA, 1era edición, pp. 1-1076.
- 3.4. Kerr, Paul (1965) "Mineralogía Óptica". EDICIONES CASTILLA S.A., 3era edición, pp. 1-435.
- 3.5. Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232.
- 3.6. Tabla de Michel - Levy
- 3.7. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**


4. REQUISITOS

- 4.1 Las secciones delgadas doblemente pulidas deben tener un espesor entre 100 y 120 μ m, de acuerdo a lo indicado en el Instructivo: DL-I-002.
- 4.2 Para un estudio de inclusiones de fluidos, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio, entonces se podrán preparar una o más secciones delgadas doblemente pulidas si es necesario. Anexo N°1: recomendaciones para la toma de muestras para estudio de Inclusiones de Fluidos

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El Profesional Especialista en Estudios Petromineralógicos encargado de hacer el estudio de inclusiones de fluidos entrega el formato de Estudios de Inclusiones de Fluidos (IF): DL-F-003 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la caratula y la introducción.
- 5.2. El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de estudios de inclusiones de fluidos a la Dirección de Laboratorios.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-012 Versión : 05 Fecha aprob.: 12/05/2016
	ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS	Página : 2 de 11

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El estudio de inclusiones de fluidos comprende una descripción y toma de fotografía de la muestra y sección delgada doblemente pulida, seguido por una descripción petrominerográfica, con sus respectivas fotomicrografías tanto en luz transmitida como en luz reflejada, así también de las familias de inclusiones de fluidos a estudiar. Luego, se anotan los datos microtermométricos obtenidos de la muestra con sus respectivos histogramas, para después plotear los datos en los diagramas de temperatura de homogeneización versus salinidad.

Para la realización del estudio de inclusiones de fluidos se requiere la siguiente instrumentación y reactivos:

- ❖ Lupa o estereomicroscopio
- ❖ Cámara fotográfica digital
- ❖ Microscopio de Polarización de luz transmitida y luz reflejada
- ❖ Cámara de video digital
- ❖ Platina de Calentamiento – Enfriamiento

Consumibles:

- ❖ Acetona
- ❖ Nitrógeno Líquido
- ❖ Piezas de Ventana de cuarzo estándar 7mm diámetro

- 6.1.** Para el correcto llenado del formato de Estudios de Inclusiones de Fluidos (IF): DL-F-003, se anotarán datos generales de la muestra: primero el código de la muestra seguido por, cuadrángulo sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos proporcionados en el formato DL-F-160.

Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el estudio de inclusiones de fluidos y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.

6.2. FOTOGRAFÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Se procede a tomar la fotografía de la muestra y sección delgada doblemente pulida y se realiza una breve descripción general de la misma de modo narrativo.

6.3. DESCRIPCIÓN PETROMINERAGRÁFICA

Se describe los minerales no metálicos que contienen las inclusiones de fluidos que puedan estar relacionados con la mineralización económica metálica. Posteriormente, identificar inclusiones de fluidos primarias en los minerales no metálicos, los cuales deben tener tamaños mayores de 2 micras para realizar sus respectivas mediciones microtermométricos. La descripción de la muestra se realiza a través del microscopio de polarización y la sección delgada doblemente pulida.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción petrominerográfica de forma narrativa:

1. Nombre del mineral en negrita.



2. Forma del mineral: anhedral, subhedral o euhedral
3. Hábito del mineral
4. Tamaño del mineral
5. Ocurrencia del mineral
6. Indicar los tipos de inclusiones de fluidos (monofásicas, bifásicas, polifásicas), con sus respectivos tamaños y grados de relleno si lo tuviese.

Asimismo, llenar los ítems:

6.3.1. MINERALES: Nombrar los minerales presentes en muestra y sus asociaciones.

6.3.2. TEXTURAS: Colocar las texturas que presentan la muestra.

6.4. FOTOMICROGRAFÍAS

Se procede a tomar las fotomicrografías tanto en luz transmitida como en luz reflejada, en ambos casos si se requiere, que respalda el estudio petromineralógico. Posteriormente se toman las fotomicrografías en luz transmitida, de las inclusiones de fluidos a estudiar. La adquisición de fotomicrografías provee resoluciones muy altas, para lo cual la resolución estándar para insertarlas en formato de Estudios de Inclusiones de Fluidos: DL-F-003 es 900x700 píxeles, con una altura de 5.6 cm como máximo. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:

1. Se identifican los minerales e inclusiones de fluidos presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas (Ver 3.5)
2. Se describe de modo general los minerales e inclusiones de fluidos presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.
3. Colocar en cada fotomicrografía la luz en la cual fue tomada (Luz Transmitida: LT o Luz Reflejada: LR)

6.5. ANÁLISIS MICROTERMOMÉTRICO DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACIÓN Y SALINIDAD

Para realizar el Análisis Microtermométrico de temperatura de homogeneización y salinidad se debe retirar la muestra del portaobjeto, para lo cual se sigue los siguientes ítems:

1. Para retirar la muestra del portaobjeto, se lleva la muestra a una plancha de calentamiento a 50°C por un tiempo aproximado de 1 minuto, hasta ver que la muestra se desprenda del portaobjeto. Luego separarlo mediante pinzas, con cuidado de no romper la muestra.
2. Se debe tener dos recipientes con aproximadamente 30 mL de acetona en cada uno, de acuerdo a la cantidad de muestras y debiendo quedar cubiertas por la acetona, en los cuales se colocará la muestra por un tiempo aproximado de 30 minutos aproximadamente por cada recipiente. En el primer recipiente, se coloca la muestra hasta que el pegamento se haya desprendido del mismo, luego se procede a extraer la muestra con una pinza e insertarla en el segundo recipiente hasta que no quede pegamento o bálsamo en la muestra. Con ayuda de unas pinzas, se extraerá la muestra para luego secarlas con la temperatura ambiente.
3. Se procede a fraccionar las áreas donde se encontraron las familias de inclusiones de fluidos ideales en fragmentos no mayores a 1 cm² para su análisis. Se debe



tomar una foto de los fragmentos seleccionados para el análisis, lo cual servirá para identificarlos.

4. Los fragmentos de muestras seleccionadas se colocan en la Platina de Calentamiento-Enfriamiento marca Linkam modelo THMSG 600.
5. Encender el equipo de inclusiones de fluidos: Platina de calentamiento-enfriamiento, Tendricador (controlador de voltaje y temperatura), compresora y bomba de agua.
6. Llenar nitrógeno líquido del termo almacén con dispensador al termo de 2 litros del equipo de Inclusiones de Fluidos con los respectivos implementos de seguridad: guantes, lentes y mandil de laboratorio.
7. Realizar las pruebas correspondientes de calentamiento y enfriamiento para determinar las temperaturas de homogeneización, dilución y fusión y llenar la ficha de datos Microtermométricos. Ver Anexo N° 3: Croquis de las familias de Inclusiones de Fluidos y Anexo N° 4: Ficha para anotar los datos y medidas de las Inclusiones de Fluidos.

Para el llenado de los Anexos 3 y 4 seguir los siguientes ítems.

- 7.1. **FOTO:** Se coloca la fotografía de la sección delgada doblemente pulida y se coloca el código e indica los campos donde se ubican de las familias de inclusiones de fluidos a analizar.
- 7.2. **GRÁFICO 01:** Se coloca la fotomicrografía del campo seleccionada, el cual muestra la familia de inclusiones de fluidos. Así también la magnificación, la cual puede ser 100X o 200X.
- 7.3. **GRÁFICO 02:** Se grafica el croquis de la familia de inclusiones fluidas que serán estudiadas. Se coloca la magnificación que se utilizó, la cual será mayor igual a 400X.
- 7.4. **CAMPO:** Indicar el campo del cual se analizan las inclusiones de fluidos. Ej. A, B, C, etc.
- 7.5. **N°:** Indicar con números consecutivos las familias de inclusiones de fluidos, si se encuentran aisladas, solo colocar el número "1" para cada una de ellas.
- 7.6. **CLAF.:** En este campo colocar la clasificación genética de la inclusión de fluido a estudiar, seguido por la denominación del tipo de fluido que predomina. Ej. P- L_{H_2O} (Primaria - Líquido-agua)
- 7.7. **MINERAL:** Colocar el mineral transparente en el cual se encontraron las inclusiones de fluidos para estudio.
- 7.8. **TIPO:** Indicar el tipo de inclusión de acuerdo al contenido de fluidos. Ej. Monofásica (MON), bifásica (BIF), etc.
- 7.9. **$\varnothing\mu$:** Determinar el diámetro de la inclusión en micrones.
- 7.10. **RELLENO:** Estimar de manera cualitativa el grado de relleno que presentan las inclusiones, de acuerdo al contenido de fluidos existentes. Teniendo en cuenta que el máximo valor sería de 1 para inclusiones monofásicas.
- 7.11. **Te:** Temperatura eutéctica. El llenado de este cuadro es opcional, dependerá del tamaño de la inclusión de fluido que deberá tener como mínimo 10 μ m.
- 7.12. **Tf (Hielo):** Temperatura de fusión del hielo. Dato obtenido a través del equipo de Inclusiones de fluidos.
- 7.13. **Th (LV-T):** Temperatura de homogeneización líquido/vapor o total, dependiendo el tipo de inclusión de fluido que se tenga, se debe tomar la temperatura de homogeneización del vapor o en su defecto del líquido que en ocasiones coincide con la temperatura de homogeneización total.



- 7.14. **ThCO₂**: Temperatura de homogenización del CO₂. Este dato es opcional, si la inclusión de fluido presenta CO₂.
- 7.15. **Ts (NaCl/KCl)**: Temperatura de disolución de la halita (NaCl) o silvita (KCl). Este dato se obtiene al momento de disolverse o la halita o silvita, siempre que esté presente en la inclusión.
- 7.16. **Observación**: Aquí se anotan todos los datos que no hayan sido incluidos en la ficha y que sean de importancia para la interpretación final.

6.5.1. Habiéndose obtenido todos los datos antes mencionados se procede a insertar la Tabla N° 1: Datos Microtermométricos de la Muestra – Colocar el código de la muestra original, donde se coloca aquellos datos importantes para la presentación de resultados. Esta tabla debe incluir una columna de salinidad **NaCl(wt%)**, cuyos datos serán obtenidos a partir de la temperatura de disolución de la halita (TsNaCl), mediante la fórmula de Sterner et. al., (1987):

$$NaCl(\% wt) = 26.242 + 0.4928\psi + 1.42\psi^2 - 0.223\psi^3 + 0.04129\psi^4 + 0.006295\psi^5 - 0.001967\psi^6 + 0.0001112\psi^7$$

Donde:

$$NaCl(\%wt) = \text{Salinidad}$$

$$\psi = \frac{T_{sNaCl}}{100}, \text{ donde } 0.1^\circ \leq T_{sNaCl} \leq 801^\circ C$$

Para el caso de la silvita **KCl(wt%)**, cuyos datos serán obtenidos a partir de la temperatura de disolución de la silvita (TsKCl), mediante la fórmula de Sterner et. al., (1987):

$$KCl(\% wt) = 21.886 + 20.28\psi - 9.603\psi^2 + 4.078\psi^3 - 0.8724\psi^4 + 0.09174\psi^5 - 0.003776\psi^6$$

Donde:

$$KCl(\%wt) = \text{Salinidad}$$

$$\psi = \frac{T_{sKCl}}{100}, \text{ donde } -10.7^\circ \leq T_{sKCl} \leq 770^\circ C$$


6.5.2. Con los datos obtenidos realizar los histogramas de Temperatura de Homogeneización vs Frecuencia y de salinidad vs frecuencia y colocarlos en la Tabla N° 2: Histogramas, del formato de Estudios de Inclusiones de Fluidos: DL-F-003.

6.5.3. Asimismo, se realiza una descripción a modo de resumen de los datos más importantes obtenidos de la tabla N°1 y 2, y se registra en el formato de Estudios de Inclusiones de Fluidos: DL-F-003.

6.6. **REPRESENTACIÓN DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACIÓN vs SALINIDAD**
 Se plotea los datos obtenidos de acuerdo al Anexo N° 4: Diagrama de temperatura de homogeneización vs. Salinidad. Modificado de Wilkinson (2001). Asimismo, en otro cuadro se identifican las familias de inclusiones fluidas.

6.7. **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-012 Versión : 05 Fecha aprob.: 12/05/2016
	ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS	Página : 6 de 11

De acuerdo a los datos obtenidos con el equipo y los hallados mediante fórmulas, se realiza una interpretación de los resultados, a fin de que el solicitante pueda entender y tener una mejor visión de la zona a analizar.

6.8. COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES

Se anotan aquellas observaciones o comentarios que ayuden a tener un mayor alcance del estudio de inclusiones de fluidos.

7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 2 días por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

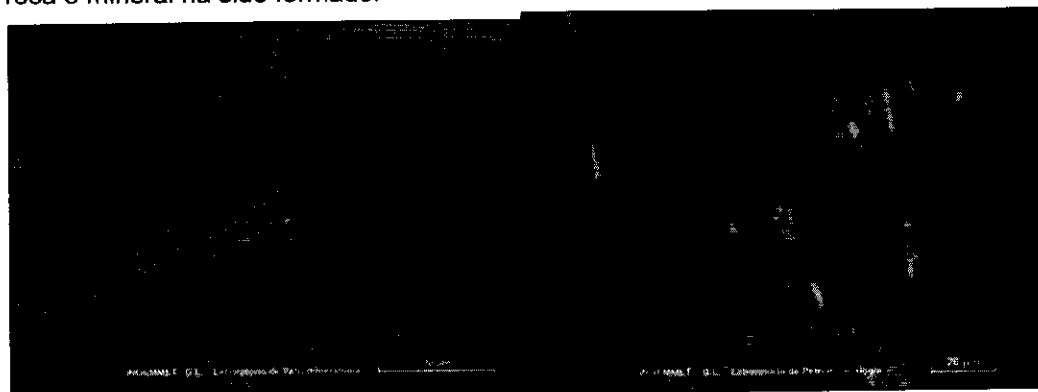
- 9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10. REGISTROS

- 10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y Estudios Petromineralógicos
- 10.2. DL-F-003: Estudio de Inclusiones de Fluidos

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 11.1. **Microtermometría:** Es la técnica empleada para determinar los cambios de fase que ocurren dentro de una inclusión de fluidos en función de la temperatura.
- 11.2. **Inclusiones de Fluidos:** Las inclusiones de fluidos son porciones de líquidos, gases y sólidos capturados en un mineral, que refleja las condiciones del ambiente en el cual la roca o mineral ha sido formado.



Inclusiones Fluidas Polifásicas con hematita

Familia de Inclusiones Fluidas



- 11.3. Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.
- 11.4. Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.
- 11.5. Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño. Ver Anexo N°1: Recomendaciones para la toma de muestras para Estudio de Inclusiones de Fluidos
- 11.6. Galleta de roca:** Es parte de la muestra de roca que ha sido cortada en forma de una galleta.
- 11.7. Mineral transparente:** Si bien casi todos los minerales presentan inclusiones fluidas, solo podemos observarlas con facilidad en aquellos minerales suficientemente transparentes (cuarzo, fluorita, carbonatos, entre otros).
- 11.8. Estereomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.
- 11.9. Microscopio de Polarización:** Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y en la interpretación de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.
- 11.10. Platina THMSG600:** Es la platina de calentamiento y enfriamiento donde se realizan los cambios de temperatura que van desde -190°C a 600°C.
- 11.11. Sección delgada doblemente pulida:** Es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor entre 0,100 y 0,120 mm, donde ambas superficies son pulidas. La sección delgada doblemente pulida debe medir 75mm x 50mm.

12. ANEXOS

12.1. ANEXO N°1: RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS PARA ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS

- 12.1.1.** La distancia de muestreo para el estudio de inclusiones de fluidos debe ser de 100 metros como máximo, tanto en horizontal como en el vertical.
- 12.1.2.** El radio de influencia de la muestra debe ser de 50 metros.
- 12.1.3.** La muestra de mano o de núcleo de perforación debe tener minerales no metálicos relacionados con la mineralización.
- 12.1.4.** Procurar que la muestra no contenga demasiados minerales metálicos, puesto que las inclusiones de fluidos se estudiarán en minerales transparentes.


12.2 ANEXO N°2: CUADRO DE SIGLAS

DESCRIPCIÓN	SIGLA
Inclusiones de Fluidos	IF
Presión	P
Kilobars	kbar



Volumen	V
Temperatura eutéctica	Te
Temperatura de homogeneización Total (°C)	Th _T
Temperatura de homogeneización L-V (°C)	Th
Temperatura de homogeneización del CO ₂ (°C)	ThCO ₂
Temperatura decrepitación	Td
Grado de relleno	FILL
Temperatura de fusión (°C)	-Tf
Temperatura de Nucleación vapor	Tn V
Temperatura de Nucleación Halita	Tn NaCl
Temperatura de Nucleación CO ₂	Tn CO ₂
Temperatura de disolución de la halita	TsNaCl
Temperatura de disolución de la silvita	Tskcl
Fracción molar CO ₂	XCO ₂
Salinidad	% wt. NaCl
Equivalente	equiv.
Isocora	Isoc
Isoterma	Isot.
Bifásica	BIF
Polifásica	POL
Trifásica	TRIF
Presión atmosférica	atm.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-012 Versión : 05 Fecha aprob.: 12/05/2016
	ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS	Página : 9 de 11

12.3 ANEXO N° 3: CROQUIS DE LAS FAMILIAS DE INCLUSIONES DE FLUIDOS

FOTO
CODIGO:

GRAFICO 02

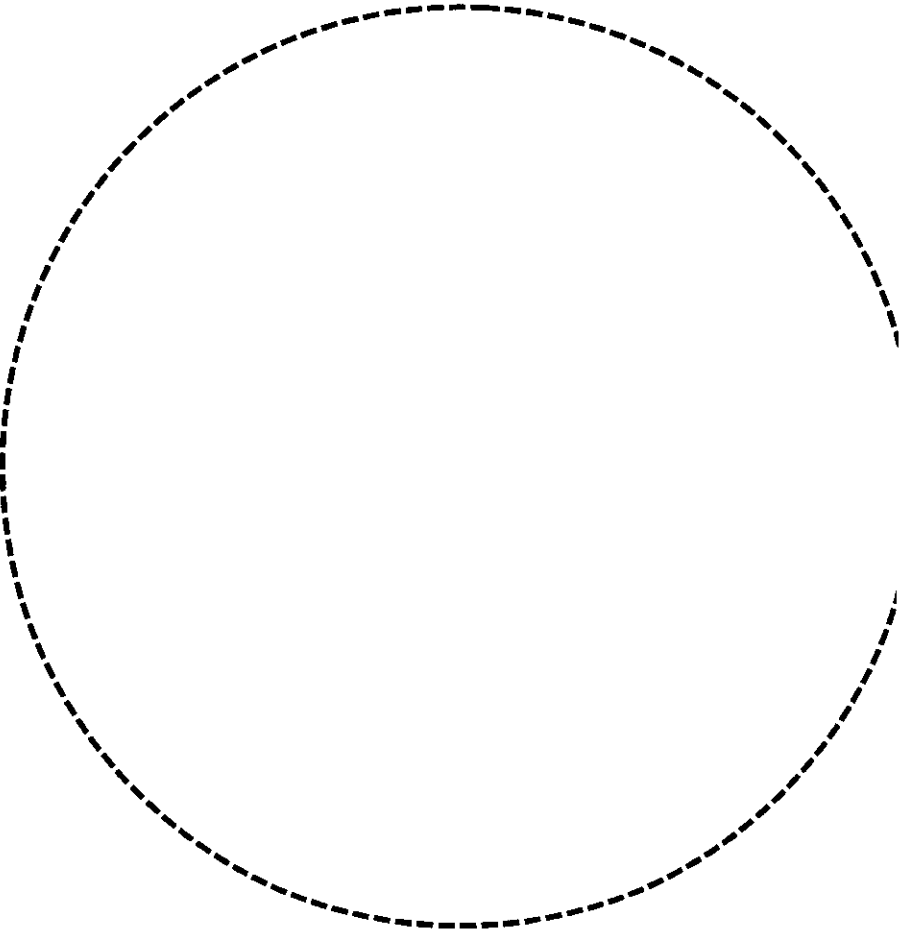
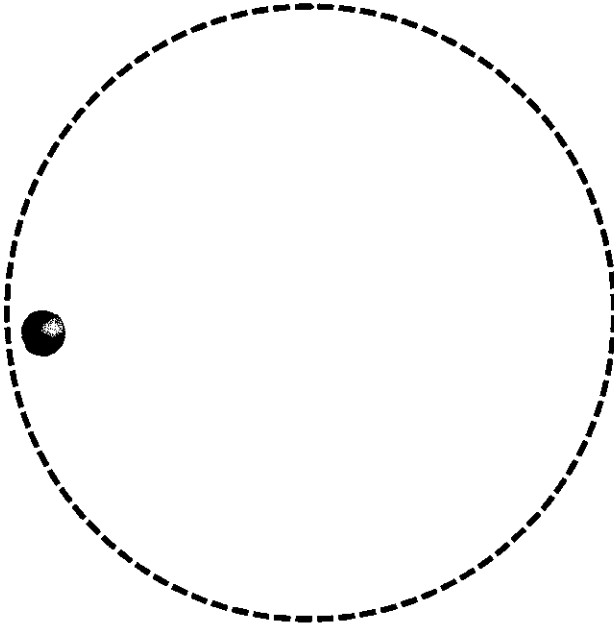


GRAFICO 01



AUMENTO:

AUMENTO:

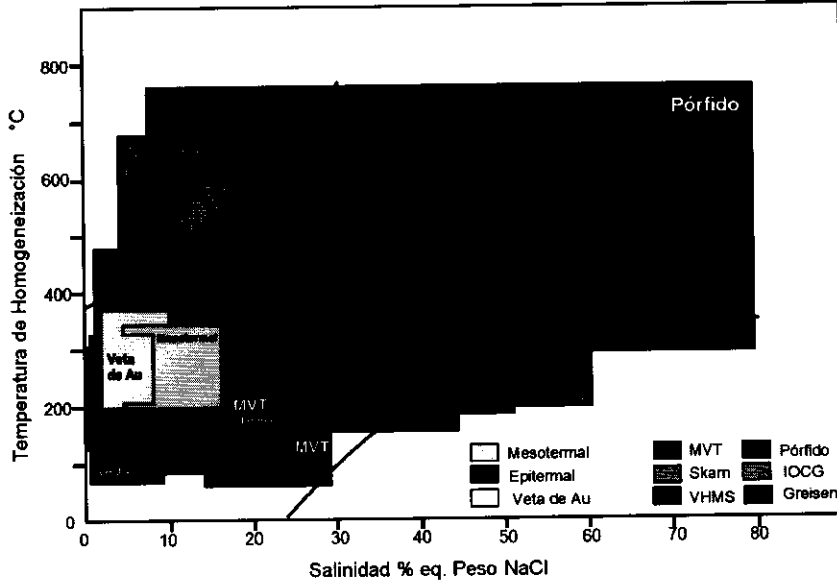


12.4 ANEXO N° 4: FICHA PARA ANOTAR LOS DATOS Y MEDIDAS DE LAS INCLUSIONES DE FLUIDOS

CAMPO	N°	CLAF	MINERAL	TIP O	Øµ	FILL			Ta	Tf(Hi elo)	Th(LV- T)	ThCO ₂	Ts (NaCl/KCL)	OBSERVACIÓN
						L	V	S						




12.5 ANEXO N° 5: DIAGRAMA DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACIÓN VS. SALINIDAD. Modificado de Wilkinson (2001)



Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-013 Versión : 08 Fecha aprob.: 06/07/2018
	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	Página : 1 de 5

1. FINALIDAD

Procesar, analizar e interpretar imágenes satelitales usando técnicas especializadas.

2. ALCANCE

Desde la recepción de los requerimientos de clientes internos y externos con su respectiva documentación, hasta la entrega de la información satelital procesada y/o impresiones a la Dirección de Laboratorios.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Remote Sensing Geology. Ravi P. Gupta. Second Edition. Edit. Springer. 2002.
- 3.2. Compendio de artículos científicos relacionados al trabajo del Laboratorio de Teledetección.
- 3.3. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.4. **Resolución de Presidencia N° 083-2012-INGEMMET/PCD, Listado de Precios de Servicios No Exclusivos del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET.**

4. REQUISITOS

No aplica


5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El Director de Laboratorios se encarga de hacer cumplir la entrega de la información procesada a las Direcciones de Línea u Oficina de Ventas.
- 5.2. El responsable del Laboratorio de Teledetección es el encargado de **recibir y verificar** las Solicitudes de Información Satelital u Órdenes de Trabajo, y la respectiva información satelital procesada e impresiones, **así como** administrar los productos generados e imágenes satelitales.
- 5.3. **El responsable del Laboratorio de Teledetección es encargado de** entregar la información satelital procesada **a los clientes internos, y fichas de procesamiento e** impresiones a la Dirección de Laboratorios.
- 5.4. **El responsable y/o** especialista del Laboratorio de Teledetección **es** encargado de procesar, analizar, interpretar, imprimir la información satelital, **generar ficha de procesamiento, y** almacenar los productos generados.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

- 6.1. El responsable del Laboratorio de Teledetección recibe los requerimientos de los clientes internos (**mediante el Sistema Integrado de Laboratorios**) y externos (Orden de Trabajo), **asignados por** la Dirección de Laboratorios, y verificar el tipo de información solicitada, formato de entrega, sistema coordenadas y el área solicitada. **En caso de existir no conformidad con la información registrada en la solicitud de información satelital, se procederá a registrar una salida no conforme, y devolver dicha solicitud mediante SIL para su corrección.**



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-013 Versión : 08 Fecha aprob.: 06/07/2018
	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	Página : 2 de 5

- 6.2. *El responsable del Laboratorio de Teledetección asignará la solicitud de información satelital ((mediante el Sistema Integrado de Laboratorios) y Orden de Trabajo al especialista para su atención.*
- 6.3. El responsable y/o los especialistas del Laboratorio de Teledetección llevan a cabo los siguientes procesos:
- 6.3.1. Acceder al software ArcGIS para visualizar el área consignada en la solicitud y verificar el tipo de imágenes y su disponibilidad.
- 6.3.2. Realizar las correcciones básicas (geométrica y/o radiométrica según necesidad) a las imágenes satelitales. Referirse al instructivo DL-I-035 *"Instructivo de pre procesamiento de imágenes ASTER"* y DL-I-036 *"Instructivo de pre procesamiento de imágenes LANDSAT"*.
- 6.3.3. El responsable y/o especialista del Laboratorio de Teledetección analizan las imágenes a ser estudiadas y definen el método a utilizar:

Composición de color e índices

Referirse al instructivo DL-I-049 *"Composiciones RGB e índices"*.

- Realizar el "layer stacking" de las bandas que se van utilizar.
- En el caso de composiciones de color, **realizar** la combinación de bandas solicitadas.
- En el caso de índices, utilizar la herramienta "band math" del software ENVI, para generar la información solicitada.

Análisis Espacial

Método para anomalías espectrales:


- Procesar las imágenes mediante técnicas de enmascaramiento para evitar obtener resultados en zonas con nevados, nubes, lagunas, agua, etc.
- Aplicar la transformación por **análisis de** componentes principales y analizar resultados, según corresponda:
 - Método para anomalías espectrales por óxidos e hidróxidos – LANDSAT, según DL-I-032 *"Instructivo de obtención de anomalías espectrales por presencia de óxidos (Fe³⁺) e hidróxidos (OH-) utilizando imágenes LANDSAT TM y ETM+"*.
 - Método para anomalías espectrales por alteraciones hidrotermales y óxidos – ASTER, según DL-I-033 *"Instructivo de obtención de anomalías espectrales por alteraciones hidrotermales (Argílica, Filica y Propilítica) y óxidos (Fe³⁺) utilizando imágenes ASTER"*.
- Realizar post-clasificación de anomalías.

Análisis Espectral

Método para Clasificación de Minerales, referirse al DL-I-034 *"Instructivo de clasificación de minerales utilizando imágenes ASTER"*.

- Procesar las imágenes mediante técnicas de reducción de dimensionalidad de datos.
- Análisis espectral y selección de firmas espectrales de los minerales que se desea clasificar con ayuda de:



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-013 Versión : 08 Fecha aprob.: 06/07/2018
	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	Página : 3 de 5

- Librería espectral ASTER versión 2.0 del Jet Propulsion Laboratory (JPL).
- Librería espectral digital splib06a, del Servicio Geológicos de los Estados Unidos (USGS).
- Firmas espectrales recolectadas con espectrorradiómetro en el Laboratorio de Teledetección, en este caso el cliente interno proporcionara las muestras de mano al Laboratorio de Teledetección según procedimiento de Manipulación de los Objetos de Ensayo (DL-P-010).
- Firmas espectrales proporcionadas por los clientes internos.
 - Si las muestras de mano o información espectral no es remitida al Laboratorio de Teledetección en un plazo de 1 mes, las solicitud/orden de trabajo será devuelta al cliente interno).
 - Realizar clasificación de minerales de alteración mediante las técnicas: Spectral Angle Mapper (SAM), Mixture Turned Matched Filtering (MTMF), *u otro método de clasificación, según criterio del especialista.*

Análisis Topográfico

Referirse al instructivo DL-I-050 "**Modelamiento topográfico**".

Procesar la imagen utilizando técnicas de modelamiento topográficos para generar:

- Filtros direccionales
- Modelo de sombras
- Anáglifos
- Curvas de nivel

Interferometría Radar INSAR

Referirse al instructivo DL-I-047 "**Procesamiento DINSAR (Software DIAPASON)**"


- Realizar el proceso de extracción de las imágenes radar de su formato original.
- Cálculo de imágenes multilook (ML)
- Estimación de Baseline
- Generación, filtrado y corrección atmosférica del interferograma
- Desenrollado de fase "phase unwrapping"

En el caso sea necesario verificar la información generada, se puede recurrir las siguientes fuentes de información:

- Medidas espectrales tomadas en campo.
- Medidas espectrales de muestras de mano tomadas en campo y laboratorio.
- Base geocientífica del INGEMMET.
- Resultados de Laboratorios (Difracción de Rayos X, Petromineralogía, Química o Preparación de Muestras).

6.4. Realizar la composición final del mapa, definiendo la escala de trabajo, incluyendo las coordenadas, la leyenda y procede a imprimir si fuera el caso. Referirse al instructivo DL-I-031 "**Impresión de imágenes satelitales y/o productos derivados**".

6.5. En el caso de la información digital, el Responsable de Laboratorio de Teledetección **notificará** al usuario **vía correo electrónico la disponibilidad de los productos solicitados**

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-013 Versión : 08 Fecha aprob.: 06/07/2018
	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	Página : 4 de 5

(adjuntando link de acceso a dichos productos). Dicha **notificación** se adjunta impresa a la copia del **formato DL-F-047 "Ficha de Procesamiento" correspondiente**, para luego ser entregada a la Dirección de Laboratorios.

- 6.6. En el caso de que el cliente solicite imágenes satelitales en formato digital (crudo o raw) adquiridas por INGEMMET mediante compra, convenio o donación, el Responsable de Laboratorio hace entrega de la información al usuario final, con el acuerdo de confidencialidad y condiciones de uso de las imágenes satelitales del INGEMMET, visada por la Dirección de Laboratorios y la Dirección del solicitante.
- 6.7. El responsable y/o especialistas registra **el formato DL-F-047 "Ficha de procesamiento"**.
- 6.8. En el caso de la información en formato impreso, el Responsable de Laboratorio hace entrega a la Dirección de Laboratorios, la misma que la hará llegar al usuario.
- 6.9. El procedimiento finaliza cuando el responsable y/o especialista del Laboratorio de Teledetección encargado de brindar el servicio de Laboratorio, proceda a llenar el formato DL-F-105 "Control de procesamientos de Imágenes Satelitales".

7. INSTRUCCIONES

- 7.1. DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y productos derivados.
- 7.2. DL-I-032 Obtención de anomalías espectrales por presencia de óxidos (Fe³⁺) e hidróxidos (OH⁻) utilizando imágenes LANDSAT ETM y ETM+.
- 7.3. DL-I-033 Obtención de anomalías espectrales por alteraciones hidrotermales (Argílica-Fílica-Propilítica) y Óxidos (Fe³⁺) utilizando imágenes ASTER.
- 7.4. DL-I-034 Clasificación de minerales utilizando imágenes ASTER.
- 7.5. DL-I-035 Pre-procesamiento de imágenes ASTER.
- 7.6. DL-I-036 Pre-procesamiento de imágenes LANDSAT TM y ETM+.
- 7.7. DL-I-047 Procesamiento DINSAR (Software DIAPASON).
- 7.8. DL-I-049 Composiciones RGB e Índices.
- 7.9. DL-I-050 Modelamiento topográfico

8. DURACIÓN

No aplica


9. DIAGRAMACIÓN

Referirse a DL-FP-005 "Diagrama de Flujo del Laboratorio de Teledetección".

10 REGISTRO

- 10.1 DL-F-165 "Solicitud de Información Satelital".
- 10.2 Orden de Trabajo.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-013 Versión : 08 Fecha aprob.: 06/07/2018
	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	Página : 5 de 5

- 10.3 Archivos digitales de los trabajos realizados en el Laboratorio de Teledetección, almacenados en la carpeta: W:\LTD\SOLICITUDES-PRODUCTOS SATELITALES por un período de 02 años.
- 10.4 DL-F-047 "Ficha de procesamiento".
- 10.5 Correos de *notificación al usuario*.
- 10.6 Control de Procesamiento de Imágenes Satelitales (DL-F-105).

11. GLOSARIO DE TÉRMINO

Teledetección: Ciencia de adquirir y procesar información de la superficie terrestre a cierta distancia de ella desde sensores instalados en plataformas (aeroplanos, aviones y satélites), gracias a la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra.

Alteración Hidrotermal: Proceso de metamorfismo, mediante el cual los minerales de las rocas se alteran por acción de las soluciones hidrotermales a alta temperatura. Las alteraciones hidrotermales son indicadores de la presencia de yacimientos minerales de origen hidrotermal.

ArcGIS: Conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica


Interferometría Radar INSAR: Este método geodésico utiliza de dos a más imágenes SAR (*Synthetic Aperture Radars*: radares de apertura sintética) para generar imágenes de deformación del suelo (actividad sismo-tectónica, volcánica, etc.), utilizando diferencias en la fase de las ondas retornantes al satélite activo.

12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-014 Versión : 05 Fecha aprob.: 07/12/2017
	DETERMINACIÓN MINERALÓGICA DE ROCAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	Página : 1 de 4

1. FINALIDAD

Identificar los minerales presentes en la muestra mediante el método de Análisis Mineralógico por difracción de RX.

2. ALCANCE

Desde la recepción de muestras a ser analizadas hasta la entrega del reporte de "Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X".


3. DOCUMENTOS A CONSULTAR /BASE LEGAL

- 3.1. LEY 28028: Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante.
- 3.2. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.3. Instruction Manual Standar Software Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-7000
- 3.4. Instruction Manual X-Ray Tube Broad Focus Series
- 3.5. Instruction Manual Shimadzu X-Ray Diffractometer Automatic 5-Sample Change Stage
- 3.6. Instruction Manual Counter Monochromator Model: CM Type for Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-7000
- 3.7. Instruction Manual Option Software Precise Lattice Constans Determination Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-6100/7000
- 3.8. Instruction Manual Option Software Overlapping peak Separation Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-6100/7000

4. REQUISITOS

- 4.1. Muestras pulverizadas a malla -400, o galletas con las medidas aproximadas de 5 cm de largo, 3 cm de ancho y 0.5 cm de espesor.
- 4.2. Solicitud de análisis, formato (DL-F-161).



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-014 Versión : 05 Fecha aprob.: 07/12/2017
	DETERMINACIÓN MINERALÓGICA DE ROCAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	Página : 2 de 4

5. RESPONSABILIDADES


- 5.1. El especialista encargado del proceso, es el responsable de recibir las muestras y ejecutar todo el proceso de determinación mineralógica por difracción de rayos x hasta obtener los resultados finales, elaborar el reporte y presentarlo a la Dirección de Laboratorios.
- 5.2. El responsable del Laboratorio de Rayos X da el visto bueno del reporte de resultados antes de su presentación ante la Dirección de Laboratorios.
- 5.3. El Director de Laboratorios da el visto bueno a los reportes para su posterior entrega al cliente.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El Especialista de Laboratorio de Rayos X, recibe las muestras con su respectiva documentación (Órdenes de Trabajo, Solicitudes, Memos) y realiza lo siguiente:

- 6.1. Verifica la granulometría de la muestra sea la adecuada (malla < 400). Cada 10 muestras, se elegirá una y esta se hace pasar por el tamiz de malla 400. Para que la muestra sea óptima para el análisis, el 100% debe pasar el tamiz, de lo contrario toda la solicitud será devuelta al Laboratorio de Preparación Mecánica. Para solicitudes con menos de 10 muestras se elegirá solo una del total.
- 6.2. Si la muestra será analizada en forma de galleta, esta ingresa directamente al equipo, debe tener las medidas aproximadas de 5 cm de largo, 3 cm de ancho y 0.5 cm de espesor.
- 6.3. Si la muestra será analizada en polvo, colocar la muestra pulverizada en el porta muestra (debe de estar seca) sin hacer uso de adherentes, mantenerla a temperatura ambiente. Si la muestra es higroscópica, es conveniente sedimentarla y colocar la muestra en una placa de vidrio, el secado del sedimento debe de hacerse a temperatura ambiente.
- 6.4. Poner en funcionamiento el estabilizador, el sistema de refrigeración, el difractómetro, teniendo en cuenta el precalentamiento establecido.
- 6.5. Encender la PC.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-014 Versión : 05 Fecha aprob.: 07/12/2017
	DETERMINACIÓN MINERALÓGICA DE ROCAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	Página : 3 de 4

- 6.6. Fijar los parámetros establecidos en el manual de instrucciones: "Instruction Manual Standar Software Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-7000".
- 6.7. Colocar la muestra en el Goniómetro para irradiarla durante el tiempo pre establecido.
- 6.8. Irradiar la muestra.
- 6.9. Acceder al programa "Rigth Gonio System". Obtener el Difractograma mediante este software, grabar la información adquirida después de concluida la irradiación.
- 6.10. Concluida la irradiación, se retira el portamuestra.
- 6.11. La muestra será colocada en su respectivo sobre.
- 6.12. Corrección del background, marcado de picos que no han sido reconocidos por el programa.
- 6.13. Haciendo uso de la base datos incorporados en el sistema, hacer la identificación de las especies mineralógicas presentes en la muestra.
- 6.14. Cuantificación de las especies mineralógicas identificadas.
- 6.15. Proceder a elaborar el Reporte de Resultados del Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X". ***Que será enviado por correo electrónico al solicitante con copia al Director de Laboratorios.***
- 6.16. Este proceso finaliza con la entrega del reporte de resultados del análisis mineralógico por difracción de rayos X, debidamente numerado, sellado y firmado a la Dirección de Laboratorios.
- 6.17. De identificarse algún desplazamiento del difractograma, se procederá a irradiarse alguna muestra pura, por ejemplo cuarzo, para comprobar el correcto alineamiento del difractograma de la muestra con el de la base de datos.

7. INSTRUCCIONES

- 7.1. DL-I-052 Operación del Difractómetro XRD-7000.


8. DURACIÓN

- 8.1. El tiempo total estimado para la duración del instructivo para 1 muestra es variable dependiendo de su complejidad y cantidad de minerales, puede variar entre 1 hora y 3 días.

9. DIAGRAMACIÓN

- 9.1. DL-FP-2 Determinación Mineralógica de Rocas por Difracción de Rayos X3.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-014 Versión : 05 Fecha aprob.: 07/12/2017
	DETERMINACIÓN MINERALÓGICA DE ROCAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	Página : 4 de 4

10. REGISTROS

- 10.1 DL-F-164 Reporte de Resultados del Análisis Mineralógicos por Difracción de Rayos X.
- 10.2 Archivo digital que contiene la medición y la identificación de cada muestra codificada según su año de análisis y la solicitud de procedencia (W:\LRX\DATOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA)
- 10.3 Archivo digital de los reportes de resultados (W:\LRX\CONTROL RESULTADOS\REPORTES).
- 10.4 Archivo digital de difractogramas de las muestras analizadas e identificadas (W:\LRX\CONTROL RESULTADOS\DIFRACTOGRAMAS)

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

No aplica

12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



1. FINALIDAD

Brindar la información sobre las herramientas estadísticas requeridas para la validación o implementación de un método de ensayo.

2. ALCANCE

Aplica a todos los métodos de ensayo del Laboratorio Químico del INGEMMET.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

3.1 Norma Internacional ISO/IEC 17025 Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

3.2 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. REQUISITOS

No aplica

5. RESPONSABILIDADES

5.1 El Director *de Laboratorios* es el responsable de revisar y aprobar el presente procedimiento.

5.2 El Analista ejecuta el plan de validación empleando las herramientas estadísticas.

5.3 El Responsable del Laboratorio verificará el cumplimiento del presente procedimiento.

5.4 El Coordinador de calidad es responsable de realizar el control y mantenimiento de este procedimiento.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

6.1. Especificidad


Métodos por Absorción Atómica.

El método es específico para los elementos de interés porque se está usando una lámpara específica por elemento, lo cual hace su especificidad en el elemento a determinar.

Método por Cromatografía Iónica

El método es específico para los compuestos a determinar porque se está usando una columna específica para separar adecuadamente cada componente y el detector específico para el método de ensayo.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-015 Versión : 01 Fecha aprob.: 12/05/2016
	HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO	Página : 2 de 23

Método por ICP-OES; ICP-MS

El método es específico para los elementos de interés porque se está usando para el equipo de ICP-OES, una longitud de onda específica al elemento a determinar. Y para el equipo de ICP-MS, la separación mediante un detector masa, al Isotopo específico del elemento en particular.

Métodos Normalizados

El uso de métodos normalizados, hace que se especifique al analito o elemento en particular a determinar.

6.2. Selectividad

Se demuestra que el elemento o analito en particular se puede determinar dentro de una mezcla compleja. La demostración de la selectividad es demostrar mediante el % de recuperación del analito o elemento en varias matrices dentro del alcance del método.

Pasos:

- Realizar 5 ensayos de adición de estándar a cada matriz, donde se evaluará el % recuperación del componente añadido.
- EL criterio para demostrar la selectividad debe encontrarse dentro del 85-115% de recuperación.


$$\% \text{ de recuperación} = \frac{(C_{\text{muestra + fortificación}} \times V_{\text{final}} - C_{\text{muestra}} \times V_{\text{muestra}}) \times 100}{C_{\text{fortificación}} \times V_{\text{sol. Fort.}}}$$

$C_{\text{muestra + fortificación}}$ es la concentración del analito en la muestra fortificada
 V_{final} es el volumen de la muestra fortificada
 C_{muestra} es la concentración del analito en la muestra sin fortificar
 V_{muestra} Volumen de la muestra que se fortifica
 $C_{\text{fortificación}}$ concentración conocida de la fortificación agregada a la muestra.
 $V_{\text{sol. fort.}}$ Volumen de la solución de fortificación agregado

6.3. Sensibilidad

Es el cambio en la respuesta de un instrumento de medición dividido por el correspondiente cambio del estímulo" (VIM 1984 y IUPAC Orange Book)



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-015 Versión : 01 Fecha aprob.: 12/05/2016
	HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO	Página : 3 de 23

Sensibilidad de calibración (m)

Se evalúa mediante la pendiente de la curva de calibración a la concentración de interés, es decir se determina la sensibilidad como $1/m$ (Siendo "m" la pendiente de la curva de la regresión).

Pasos:

- Se recolectan los datos de la prueba de la linealidad del método, donde se determina la "m".

6.4. Linealidad

Define la habilidad del método para obtener resultados de la prueba proporcionales a la concentración del analito.

Para la demostración de la LINEALIDAD, se calcula:

- Demostrar la relación entre la variable Predictor (concentración) y Respuesta (Señal, absorbancia, cuentas, etc.) (Prueba Anova)**
Hipótesis:

H0: Existe relación lineal entre las variables X e Y

H1: No Existe relación Lineal entre las variables X e Y

El pvalue debe ser menor que 0.05, para aceptar la hipótesis nula, para que exista relación entre ambas variables.

- Distribución normal de los residuos.**
Los residuos deben tener una distribución normal, entonces pvalue >0.05 (Prueba de Anderson-Darling)
- Gráfico de residuos para demostrar la influencia de las observaciones sobre las variables de influencia**
Los valores positivos deben ser iguales a los valores negativos
- Determinar coeficiente de regresión " r", criterio >0.998**

Pasos:

- Se analiza 1 curva de regresión en tres días diferentes, según la tabla siguiente:



INSTRUCTIVO

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO

Código : DL-I-015
 Versión : 01
 Fecha aprob.: 12/05/2016
 Página : 4 de 23

Concentración	Respuesta		

6.5 Rango Lineal de Trabajo

El rango de un método analítico es el intervalo de concentración donde se han obtenido niveles aceptables de veracidad, precisión y linealidad.

Pasos:

Se tomaran los datos evaluados en la prueba de linealidad.

- El rango Min = es el límite de cuantificación del método de ensayo.
- El rango Max = es el último punto de la curva de regresión, donde se ha demostrado linealidad.

6.6 Limite de Detección (LDM) y Cuantificación (LCM)

Para la determinación del Limite de detección y cuantificación del método de ensayo, nos basaremos en 2 criterios de cuantificación:



a) Basado en la concentración:

Si se obtiene que el LD con un valor negativo, en este caso se prepare soluciones blanco fortificadas a la menor concentración aceptable.

Para la aceptación del LD, la %DSR de las réplicas fortificadas $\geq 10\%$.

Límite de detección del método (LDM):

$$LDM = 2 \times t \times s$$

Dónde:

t = constante de "t" de student (99% intervalo de confianza)

Sb = desv. Estándar del blanco reactivo fortificado

Límite de cuantificación del método (LCM):

$$LDM = 10 \times s$$


Dónde:

Sb = desv. Estándar del blanco reactivo fortificado

Pasos:

- Realizar 7 corridas de blanco fortificado en días diferentes realizado por los analistas.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-015 Versión : 01 Fecha aprob.: 12/05/2016
	HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO	Página : 6 de 23

b) Basado en los blancos:

El límite de detección, expresado como concentración c_L , o como cantidad q_L , se deriva de la medición más pequeña x_L que puede ser detectada con certeza razonable para un procedimiento analítico dado. El valor de x_L está dado por la ecuación.

$$x_L = x_{bl} + k s_{bl}$$

Dónde:

x_{bl} : es la media de las mediciones del blanco, valor positivo o cero

s_{bl} : es la desviación estándar de las mediciones del blanco

k : es un factor numérico elegido de acuerdo al nivel de confianza deseado"

Límite de detección del método (LDM):

$$x_L = x_{bl} + 3 s_{bl}$$

Es usual aproximar el valor de $k = 3$, para un intervalo de confianza al 99%.

El valor de LoD expresa la concentración del analito correspondiente x_L .

Dónde:

x_{bl} : es la media de las mediciones del blanco, valor positivo o cero

s_{bl} : es la desviación estándar de las mediciones del blanco

k : es un factor numérico elegido de acuerdo al nivel de confianza deseado"

Límite de cuantificación del método (LCM):

$$x_L = x_{bl} + 10 s_{bl}$$

Es usual aproximar el valor de $k = 10$, para un intervalo de confianza al 99%.

El valor de LoD expresa la concentración del analito correspondiente x_L .

Dónde:

x_{bl} : es la media de las mediciones del blanco, **valor positivo o cero**

s_{bl} : es la desviación estándar de las mediciones del blanco

k : es un factor numérico elegido de acuerdo al nivel de confianza deseado"



Pasos:

- Se analiza 7 corridas de soluciones blancos independientes, medidos una vez cada una y se calcula la desviación estándar sbl del grupo de medidas.

6.7 Prueba de Robustez

Para la prueba de robustez se consideraran los parámetros mínimos del método que puedan afectar el resultado.

Se seguirá el método de Youden Steiner.

Parámetros		Ensayo							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	a	A	A	A	A	a	a	a	a
B	b	B	B	b	b	B	B	b	b
C	c	C	c	C	c	C	c	C	c
D	d	D	D	d	d	d	d	D	D
E	e	E	e	E	e	e	E	e	E
F	f	F	f	f	F	F	f	f	F
G	g	G	g	g	G	g	G	G	g
Respuesta		s	t	u	v	w	x	y	z

Análisis por Variable

FACTOR A

a) $(s + t + u + v) / 4 =$

b) $(w + x + y + z) / 4 =$

Variación A-a =

$[V(A-a)] = < s \cdot \text{raiz}(2) = \text{NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA}$

Se calcula la variación por cada variable, si los cambios influyen sobre los resultados.

Si la diferencia $[V(A-a)]$ es menor $s \cdot \text{raiz}(2)$, entonces no existe influencia de la variable sobre el resultado .

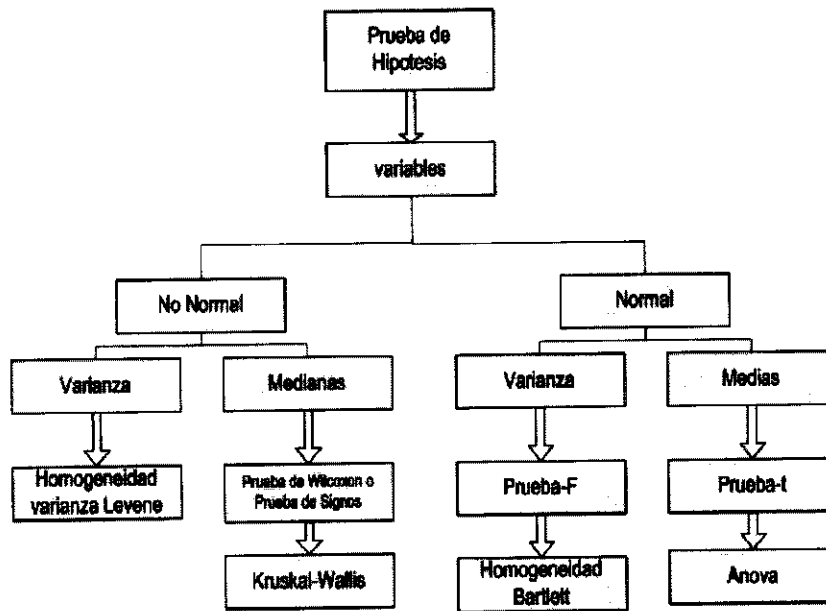
Pasos:

- Se realizaran 8 corridas de muestras, según el cuadro de ensayos de la tabla de Youden Steiner.



6.8. Evaluación de los datos para la determinación de la Precisión y veracidad.

Para la determinación de la precisión y veracidad previamente se realiza la evaluación de los datos, para ello se realizan los siguientes estadísticos según la distribución normal de los datos:



a) Prueba de Distribución de Probabilidad Normal:

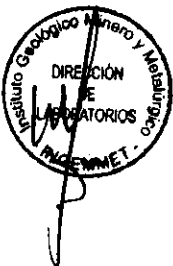
Para la prueba de distribución normal, se empleará la distribución de normalidad de Anderson Darlin, A un nivel de confianza del 95% $\alpha = 0.05$

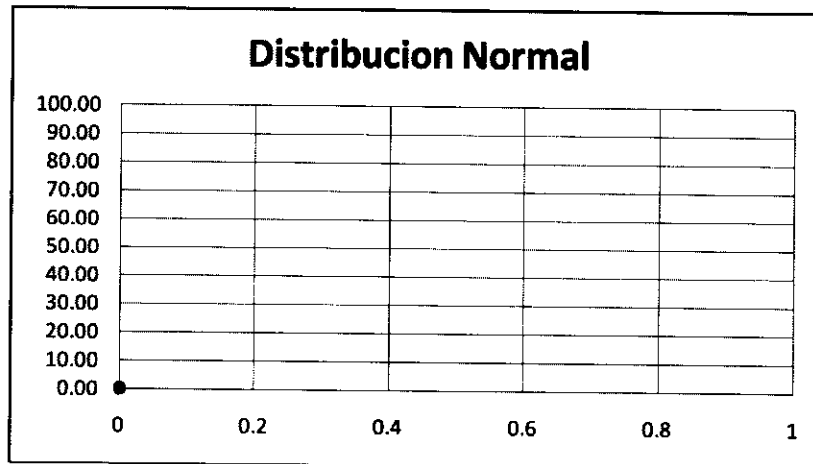
Prueba de Hipótesis:

H_0 : P-value $> \alpha$ los resultados se ajustan a una distribución Normal.

H_1 : P-value $< \alpha$, los resultados no se ajustan a una distribución normal.

Si pvalue es mayor que 0.05, los datos se distribuyen normalmente, acepto H_0 .





- Si los datos presentan distribución Normal se calcularán los datos como PARAMÉTRICOS.
- Si los datos no presentan distribución Normal se calcularán los datos como NO PARAMÉTRICOS.

b) Datos Atípicos:

- **Datos paramétricos: Estadísticos de Grubbs**
Determinar datos atípicos por analista y entre analistas.

Para la prueba de datos atípicos se empleará la prueba de Grubbs, mediante la evaluación si el máximo valor y el mínimo valor son valores atípicos.

Para ello se calcula el **Ggrubbs max** y **Ggrubbs min**

Dónde:

Gp: Valor de grubbs experimental

S = desviación estándar

X = promedio

$$Gp = \frac{(x_p - \bar{x})}{s}$$

$$s = \left(\frac{1}{p-1}\right) \sum_{i=1}^p (x_i - \bar{x})^2$$

$$\bar{x} = \left(\frac{1}{p}\right) \sum_{i=1}^p x_i$$





INSTRUCTIVO

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO

Código : DL-I-015
Versión : 01
Fecha aprob.: 12/05/2016
Página : 10 de 23

N		
1		
2		
3		
4		
5		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
n	0	
p	0	



Evaluación de Atípicos de Grubss por Analista

Nº Datos		
Promedio (x_i)		
Desviación Estándar (s_i)		
Varianza (s^2)		

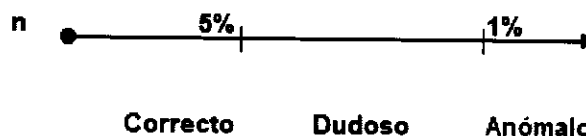
Valor Mínimo		
Valor Máximo		

$G_1 [(x_{prom} - x_{min})/s]$		
Resultado Valor mínimo		
$G_p [(x_{max} - x_{prom})/s]$		
Resultado Valor Máximo		
Valor Tabulado (1%)		
Valor Tabulado (5%)		

Luego se aplica el siguiente criterio de decisión:

- a. Si la estadística de prueba es menor o igual a su valor crítico de 5%, el ítem probado es aceptado
- b. Si la estadística de la prueba es mayor que su valor crítico de 5% y menor o igual a su valor crítico de 1% al ítem probado, se le llama rezagado.
- c. Si la estadística de la prueba es mayor que su valor crítico de 1% al ítem probado, se le llama atípico.

Valores Críticos Prueba Simple



NOTA: Cuando la Prueba de Grubbs no aplica, porque la desviación estándar de cada grupo de datos es igual a cero, se realizara un grafico de Caja, para demostrar que existen datos atípicos



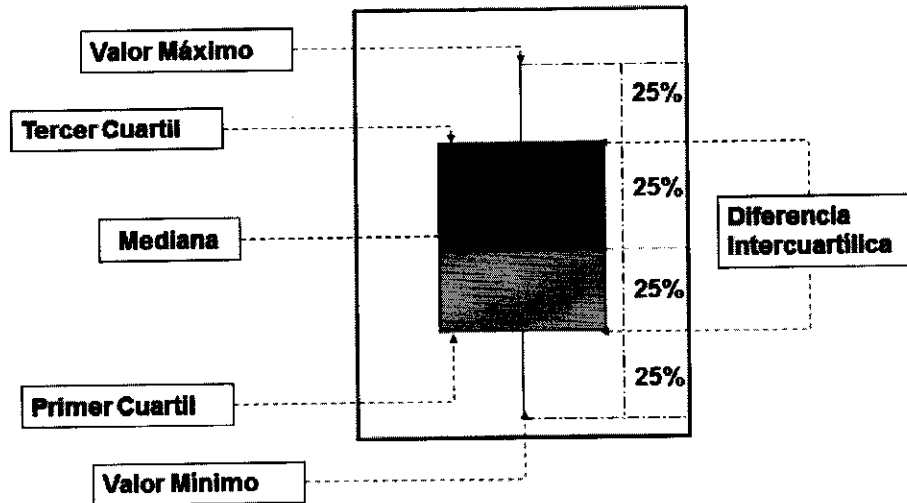
INSTRUCTIVO

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO

Código : DL-I-015
 Versión : 01
 Fecha aprob.: 12/05/2016
 Página : 12 de 23

- **Datos No paramétricos: Grafico de Caja.**
 El gráfico de caja, para ver la variabilidad de los datos

Permite identificar la distribución de los datos, muestra la mediana, bases y extremos.



c) **Prueba de Medias o Medianas Iguales**

- **Datos paramétricos: Prueba de Anova de un factor.**
 Esta prueba determina si las medias entre los datos a evaluar son iguales.

Prueba de Hipótesis:

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \dots = \mu_\alpha$$

$$H_1: \mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D \neq \dots \neq \mu_\alpha$$

Para un nivel de confianza del 95% $\alpha = 0.05$

RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Desviación Estandar	Varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F _o	Valor crítico para F	Nivel de Aceptación
Entre grupos						
Dentro de los grupos						
Total						



Conclusión:

Si F_c es menor que el valor crítico F , entonces se acepta la hipótesis nula, las medias son homogéneas entre analistas

- **Datos No paramétricos: Prueba de Kruskal-Wallis**

$$H_0: Me_A = Me_B$$

$$H_1: Me_A \neq Me_B$$



INSTRUCTIVO

Código : DL-I-015
 Versión : 01
 Fecha aprob.: 12/05/2016
 Página : 14 de 23

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO

	Sample Size	Sum of Ranks	Mean Ranks
1			
2			

Data
Level of Significance

Intermediate Calculations
Sum of Squared Ranks/Sample Size
Sum of Sample Sizes
Number of Groups

Test Result
H Test Statistic
Critical Value
p-Value

Conclusión:

Como $p_{value} > 0.05$, las medianas entre analistas son iguales según el estadístico de Kruskal-Wallis

d) Precisión:

Para la determinación de la precisión nos basaremos en los siguientes estadísticos de prueba:

DATOS PARAMÉTRICOS

- Estimadores de la repetibilidad (S_r) y reproducibilidad (S_R).
- Prueba de Horwitz
- Prueba F
- Prueba de Bartlett

DATOS NO PARAMÉTRICOS

- Prueba de Levene



Prueba de Hipótesis:

$$H_0: \sigma^2_A = \sigma^2_B = \sigma^2_C = \sigma^2_D = \dots = \sigma^2_\alpha$$

$$H_1: \sigma^2_A \neq \sigma^2_B \neq \sigma^2_C \neq \sigma^2_D \neq \dots \neq \sigma^2_\alpha$$

Para un nivel de confianza del 95% $\alpha = 0.05$

Para aceptar la Hipótesis nula, el pvalue > 0.05.

Pasos:

- ✓ Se analizará 15 réplicas, por cada analista de una muestra patrón o muestra.
- ✓ Se seguirá el tipo de cálculo estadístico como muestra el Gráfico de Prueba de Hipótesis según el tipo de distribución de Normalidad que sigan los datos.

1. Prueba Fischer:

Calculo del F experimental:

$$F_{\text{experimental}} = \frac{\text{Max}(S_1^2, S_2^2)}{\text{Min}(S_1^2, S_2^2)}$$

F tabla: Se determina de la siguiente manera:

$$F_{\text{Tabla}} = F_{(gl.\text{numerador}, gl.\text{denominador}, 1-\alpha)}$$

No Existe diferencia significativa si:

$$F_{\text{exp}} < F_{\text{tabla}}$$

Entonces las varianzas entre grupos son iguales, son precisos.



INSTRUCTIVO

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO

Código : DL-I-015
 Versión : 01
 Fecha aprob.: 12/05/2016
 Página : 16 de 23

2. Estimadores de la repetibilidad (S_r) y reproducibilidad (S_R).

Promedio (\bar{x}_i)		
Desviación Estándar (s_i)		
Varianza (s^2_i)		

T1	
T2	
T3	
T4	
T5	
Varianza Repetibilidad (S_r^2)	
Varianza entre Laboratorios (S_L^2)	
Varianza Reproducibilidad (S_R^2)	
Desviación Estándar Repetibilidad (S_r)	
Desviación Estándar Reproducibilidad (S_R)	



Calculo de las constantes:

$$T_1 = \sum n_i \bar{Y}_i$$

$$T_2 = \sum n_i \bar{Y}_i^2$$

$$T_3 = \sum n_i$$

$$T_4 = \sum n_i^2$$

$$T_5 = \sum (n_i - 1) S_i^2$$

$$S_r^2 = \frac{T_5}{T_3 - p}$$

$$S_l^2 = \left[\frac{T_2 T_3 - T_1^2}{T_3(p-1)} - S_r^2 \right] \left[\frac{T_3(p-1)}{T_3^2 - T_4} \right]$$

$$S_R = \sqrt{(S_r^2 + S_l^2)}$$

3. Prueba de RSD Horwist reproducibilidad

Calculo del RSD Experimental:

$$RSD_{experimental} = \frac{S_R}{x} \times 100\%$$

RSD Horwist se determina de la siguiente manera:

$$RSD_{Horwitz} = 2^{1-0.5 \log(\text{Concentración})}$$

No existe diferencia Significativa si RSD exp < RSD Horwist

4. Prueba de RSD Horwist repetibilidad

Calculo del RSD Experimental:

$$RSD_{experimental} = \frac{S_R}{x} \times 100\%$$





INSTRUCTIVO

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO

Código : DL-I-015
 Versión : 01
 Fecha aprob.: 12/05/2016
 Página : 18 de 23

RSD Horwitz se determina de la siguiente manera:

$$RSD_{Horwitz} = 0.67 * 2^{1-0.5 \log(\text{Concentración})}$$

No existe diferencia Significativa si $RSD_{exp} < RSD_{Horwitz}$

5. Prueba de Levene

Prueba de Hipótesis:

$H_0: \sigma^2_A = \sigma^2_B = \sigma^2_C = \sigma^2_D = \dots = \sigma^2_a$

$H_1: \sigma^2_A \neq \sigma^2_B \neq \sigma^2_C \neq \sigma^2_D \neq \dots \neq \sigma^2_a$

Levene's Test	
	3

Grupo (i)	n _i	Suma(i)	media grupo	std. dev
1				
2				
3				

SS	df
0	2
9	3

Levene's Statistic


Critical Value (0.05)

P-value

Grupo	Nota	media grupo	s.e.	s.e.bar	s.bar	0.05*	0.01*



Para aceptar la Hipótesis nula, el $p\text{value} > 0.05.$, es decir las varianzas entre los analistas son iguales, presentan precisión entre analistas.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-015 Versión : 01 Fecha aprob.: 12/05/2016
	HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO	Página : 19 de 23

e) Prueba de Veracidad

Para la determinación de la veracidad nos basaremos a través del análisis de material de referencia.

Pasos:

- Se analizará 15 réplicas, por cada analista de una muestra patrón.

DATOS PARAMÉTRICOS: Prueba del Sesgo

$$\gamma = \frac{\sigma}{\sigma_r} R \quad A = 1.96 \sqrt{\frac{n(\gamma^2 - 1) + 1}{\gamma^2 p n}}$$

Donde "p" es el número de analistas involucrados en el estudio (esto también puede ser el número de laboratorios involucrados si se tratara de un estudio interlaboratorios), y "n" es el número de réplicas.

Luego, de hacer esta evaluación se determina el intervalo de confianza al 95% para el sesgo de un método de medición o ensayo. Esto se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Lim} = \hat{y} \pm A \sigma_R$$

Donde, para un valor teórico μ de la medida

$$\hat{y} = \bar{y} - \mu$$

Como el intervalo contiene el valor cero, el sesgo no es significativo en el nivel de confianza $\alpha = 0.05$, los resultados con comparables con el V.C.V (Valor Convencionalmente Verdadero)



INSTRUCTIVO

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO

Código : DL-I-015
 Versión : 01
 Fecha aprob.: 12/05/2016
 Página : 20 de 23

Prueba de Validación

ypt	
V.C.V.	
dm	
g	
A	
AS _R	
dm - AS _R	
dm + AS _R	

DATOS NO PARAMETRICOS: Prueba de Wilcoxon de 1 muestra

Prueba de Hipótesis:

H₀: mediana = mediana hipotética versus

H₁: mediana ≠ mediana hipotética

Para un nivel de confianza del 95% $\alpha = 0.05$

RESUMEN			
Grupos	Cuenta	Suma	Mediana

Prueba del signo de la mediana = 0.2550 vs. no = 0.2550

H	numero de Pru	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana Estimada

Conclusión:

Como pvalue > 0.05, se acepta la hipótesis nula.



7. **INSTRUCCIONES**

No Aplica

8. **DURACION**

No Aplica

9. DIAGRAMACION

No Aplica

10. REGISTROS

No Aplica

11. GLOSARIO DE TERMINOS

No Aplica

12. ANEXOS

12.1. Anexo N°1 Tabla de valores críticos para la prueba de Grubbs.




ANEXO N°1 TABLA DE VALORES CRÍTICOS PARA LA PRUEBA DE GRUBBS

NTP - ISO 5725 - 2


Uno más grande o uno más pequeño			Dos más grandes o dos más pequeños		
p	Superior 1%	Superior 5%	p	Inferior 1%	Inferior 5%
3	1.155	1.155	3		
4	1.496	1.481	4	0.0000	0.0002
5	1.764	1.715	5	0.0018	0.0090
6	1.973	1.887	6	0.0116	0.0349
7	2.139	2.020	7	0.0308	0.0708
8	2.274	2.126	8	0.0563	0.1101
9	2.387	2.215	9	0.0851	0.1492
10	2.482	2.290	10	0.1150	0.1864
11	2.564	2.355	11	0.1448	0.2213
12	2.636	2.412	12	0.1738	0.2537
13	2.699	2.462	13	0.2016	0.2836
14	2.755	2.507	14	0.228	0.3112
15	2.806	2.549	15	0.2530	0.3367
16	2.852	2.585	16	0.2767	0.3603
17	2.894	2.620	17	0.2990	0.3822
18	2.932	2.651	18	0.3200	0.4025
19	2.968	2.861	19	0.3398	0.4214
20	3.001	2.709	20	0.3585	0.4391
21	3.031	2.733	21	0.3761	0.4556
22	3.060	2.758	22	0.3927	0.4711
23	3.087	2.781	23	0.4085	0.4857
24	3.112	2.802	24	0.4234	0.4994
25	3.135	2.822	25	0.3376	0.5123



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-015 Versión : 01 Fecha aprob.: 12/05/2016
	HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE ENSAYO	Página : 23 de 23

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-016 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS	Página : 1 de 7

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar estudios petrográficos de rocas sedimentarias que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año. Asimismo, asegurar que las clasificaciones petrográficas sean aplicables para la zona de estudio, para lo cual, es esencial que la roca sea la más representativa de la zona de estudio.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para elaborar las descripciones petrográficas de rocas sedimentarias. Se debe considerar que algunos tipos de rocas requieren de métodos adicionales como análisis químico y físico para su clasificación petrográfica, estos métodos no serán descritos en este instructivo.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y secciones delgadas hasta el correcto llenado y entrega del formato DL-F-232 Estudios Petrográficos de Rocas Sedimentarias.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Código: DGR-G-001. Capítulo 3. Páginas de 55 a 80.
- 3.2. Kerr, Paul F.; Mineralogía Óptica. Tercera Edición.
- 3.3. Adams, A.E.; MacKenzie, William S.; Guilford, C. Atlas de rocas sedimentarias
- 3.4. Middleton, Gerard V., ed.; Church, Michael A., ed.; Coniglio, Mario, ed.; Hardie, Lawrence A., ed.; Longstaffe, Frederick J., ed. Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks
- 3.5. Folk, R. L., 1980, Petrology of sedimentary rocks, p. 23
- 3.6. Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232
- 3.7. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.8. Tabla de Michael – Levy
- 3.9. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1. Las secciones delgadas deben tener un espesor de 30µm **aproximadamente**, de acuerdo a lo indicado en el instructivo DL-I-002.
- 4.2. Para una clasificación petrográfica, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio, entonces se podrán preparar una o más secciones delgadas si es necesario.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional Especialista en Estudios Petromineralógicos encargado de hacer el estudio petrográfico entrega el formato DL-F-232 Estudios Petrográficos de Rocas Sedimentarias



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-016 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS	Página : 2 de 7

debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la caratula y la introducción.

5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de estudios petrográficos a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El estudio petrográfico de rocas sedimentarias, comprende la descripción macroscópica y microscópica de la muestra. La descripción macroscópica se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza, imán y porcelana. Luego, se realiza una descripción microscópica de las secciones delgadas a través del microscopio de polarización y las secciones delgadas de la roca, se realiza la descripción microscópica; si hay indicios de minerales de mena convendría la preparación de una sección pulida adicional. Finalmente, se procede a dar la clasificación de la roca de acuerdo a la composición mineralógica hallada.

Para la realización del estudio petrográfico se requiere la siguiente instrumentación y reactivos:

- ❖ Lupa o estereomicroscopio
- ❖ Microscopio de polarización con luz transmitida
- Reactivo:
- ❖ Ácido Clorhídrico al 10%

6.1. Para el correcto llenado del formato DL-F-232 Estudios Petrográficos de Rocas Sedimentarias, se anotará los datos de la muestra primero el código de la muestra seguido por cuadrángulo, sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160.


Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el estudio petrográfico y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.

6.2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

La descripción macroscópica se llevará a cabo en las muestras frescas o poco alteradas. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa. Cabe resaltar que de acuerdo a la clasificación de roca sedimentaria, pueden o no ser descritos estos ítems.

- 6.2.1. Naturaleza de la roca.
- 6.2.2. Textura: Clástica y no clástica
- 6.2.3. Compacidad (ej. Compacto, semicompacto y/o no compacto)
- 6.2.4. Color: El color general o el rango de colores de la muestra de mano. Será tomado en la muestra humedecida. El color se estima utilizando la Tabla de colores (ver 3.7)
- 6.2.5. Composición mineralógica
- 6.2.6. Estructuras sedimentarias (ej. estilolitas)
- 6.2.7. Densidad y dureza
- 6.2.8. Si se sospecha la existencia de carbonatos en la roca se utiliza el Ácido Clorhídrico al 10%, vertiendo algunas gotas de esta, sobre una superficie fresca de la muestra para confirmar o descartar su existencia



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-016 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS	Página : 3 de 7

6.2.9. Fotografía de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-232.

6.3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

La descripción microscópica es un resumen de todo lo observado en la muestra, de tal manera que describe de modo general a la roca.

6.3.1. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción microscópica de forma narrativa.


1. Naturaleza de la roca
2. Textura
3. Tamaño relativo del grano, de acuerdo al punto 3.1, página 85.
NOTA: Definir este ítem para rocas detríticas
4. Grado de esfericidad (punto 3.1, página 86) y de grado de ordenamiento (punto 3.1, página 94).
NOTA: Definir este ítem para rocas detríticas
5. Mencionar los minerales constituyentes, de la matriz y el cemento.
6. Indicar si la roca es soportada de grano o matriz
7. Definir el tipo de matriz
 - ❖ Para el caso de rocas detríticas:
 - ✓ Matriz detrítica: depositada junto con los clastos.
 - Matriz diagenética: generada por la alteración de clastos
 - ❖ Para el caso de rocas carbonatadas:
 - ✓ Matriz micrítica: < 5 µm
8. Definir el tipo de cemento: Circungranular o de relleno. Asimismo, cemento espático (>5 micras) en mosaico equi/inequigranular, mosaico drúsico, poiquilótópico o sintaxial.
NOTA: Definir este ítem de acuerdo al tipo de roca sedimentaria.
9. Mencionar si presenta impregnaciones.
10. Determinar la porosidad (si es posible)
11. Microestructuras sedimentarias (si es relevante).
12. Fotomicrografía general de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6cm medido en la versión digital del formato DL-F-232 Estudio Petrográfico de Rocas Sedimentarias.

6.3.2. La descripción mineralógica comprende la descripción de cada constituyente mineral de la roca. Se divide en cuatro partes: componentes, matriz, cemento y secundarios.

1. Componentes: se consideran los granos que conforman la roca, se dividen en cuatro partes:

- ❖ Alogénicos o (detríticos/aloquímicos), componentes formados en la misma cuenca pero transportados de su lugar de formación a otra más o menos distante de acumulación.
- ❖ Autigénicos, se originan por precipitación química ya sea dentro de la cuenca de depositación, o posteriormente, dentro del depósito sedimentario mismo.
- ❖ Accesorios, aparecen en proporciones menores. Suelen ser silicatos y óxidos resistentes a la meteorización química y abrasión mecánica. Pueden ser minerales



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-016 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS	Página : 4 de 7

opacos (ilmenita, magnetita, etc.) o no opacos (apatito, granate, rutilo, estauroлита, turmalina, circón, etc.).

- ❖ Secundarios, son los minerales que se forman a partir de los minerales componentes de la roca. Estos minerales son posterior a la diagénesis.

NOTA: La determinación de minerales opacos se realizará en secciones pulidas.

Para cada mineral identificado, se describe el mineral en negrita seguido por una coma y se procede a narrar las características listadas abajo, las cuales deberán ser especificadas cuando sea relevante.

- 1.1. **Forma:** Muy redondeado, redondeado, subredondeado, subanguloso, anguloso o muy anguloso. (de alta o baja esfericidad). (ver punto 3.1, página 86).
- 1.2. **Características especiales:** Se determinan las características de abajo dependiendo el tipo de grano:
 - ❖ Contactos: puntuales, simples o suturados. (ver punto 3.1, página 95)
 - ❖ Maclas
 - ❖ Zonación
 - ❖ Alteraciones
 - ❖ Presencia o ausencia de inclusiones
 - ❖ Posible naturaleza (para el caso de fragmentos líticos)

Se toma en consideración las siguientes características para los granos de cuarzo.

- ❖ Extinción: recta o uniforme (el cristal se extingue completamente en una posición concreta al girar la platina del microscopio), ondulante (el grano presenta extinciones parciales en una gama angular al menos de 5°, al girar la platina).
- ❖ Tipo de cuarzo: monocristalino (granos de cuarzo con cristales simples) o policristalino (granos de cuarzo que constan de numerosos cristales con orientación diferente).
- ❖ Bordes: en el caso de granos policristalinos (bordes rectos o suturados), en el caso de granos monocristalinos (bordes discontinuos)

1.3. **Alteración:** Si los granos presentan alguna alteración.

1.4. **Tamaño de los granos:** Para los granos de cuarzo se considera agruparlos por tipos, extinción y bordes y para cada grupo tomar un tamaño.


1.5. **Porcentaje de grano,** es el promedio de los campos de visualización de forma aleatoria, en la muestra la cantidad de campos dependerá del tipo de roca sedimentaria y del tamaño del grado de acuerdo al punto 3.1 pagina 85. como mínimo en una sección delgada y el promedio de los porcentajes hallados en cada campo se registran en el formato de Estudio Petrográfico de Rocas Sedimentarias: DL-F-232.

NOTA: Para el caso de bioclastos no se considera porcentajes, ya que estos serán considerados de acuerdo a los minerales de relleno, según sea el caso.

2. **Matriz:** Mencionar y describir los constituyentes de acuerdo a los puntos 1.1 hasta el 1.5 citados en los componentes, según sea el caso.

3. **Cemento:** Mencionar y describir los constituyentes de acuerdo a los puntos 1.1 hasta el 1.5 citados en los componentes, según sea el caso.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-016 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS	Página : 5 de 7

- 6.3.3.** Textura principal de la roca, colocar las texturas secundarias si son relevantes.
- 6.3.4.** Grado de alteración: Se enumeran las alteraciones presentes en la roca y se marca con una "X" la intensidad de la alteración de acuerdo al porcentaje de los minerales secundarios según formato de Estudio Petrográfico de Rocas Sedimentarias: DL-F-232:
- 6.3.5.** Fotomicrografías: La adquisición de fotomicrografías a través del software LAS (Leica Application Suite), para lo cual el tamaño estándar para insertarlas en formato DL-F-232 será en 10.8 cm en altura medido en la versión digital del mismo. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:
1. Se identifican los minerales presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas (Ver 3.6)
NOTA: Los minerales secundarios se colocarán entre paréntesis.
 2. Se describe de modo general los minerales presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.
- Opcionalmente si la muestra lo requiere se tomarán fotomicrografías adicionales que representen aquellos detalles que no son observados en la fotomicrografía general. Las fotomicrografías adicionales tendrán un tamaño de 5.3 cm medidos en la versión digital del formato DL-F-232 Estudio Petrográfico de Rocas Sedimentarias.
- 6.3.6.** Estudios Adicionales: Se colocarán aquellos estudios que se le realizan adicionalmente a la muestra.
- 6.3.7.** Comentarios / observaciones: Si se encuentran características no detalladas en la descripción macroscópica y/o microscópica. Asimismo, si se desea indicar al usuario el requerimiento de estudios adicionales.

6.4. CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA

Sobre la base de los datos generados de las descripciones macroscópicas y microscópicas relacionadas a la estructura, fábrica y composición mineralógica, se le asignará una clasificación petrográfica a la roca y fijando al menos la familiaridad de la roca de acuerdo a las Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Capítulo 3. Página 55 a 80. (Ver anexo N° 1).

7. INSTRUCCIONES

No aplica.


8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 1 día por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

- 9.1.** DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.2.** DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-016 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS	Página : 6 de 7

10. REGISTROS

- 10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
10.2. DL-F-232: Estudio Petrográfico de Rocas Sedimentarias.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 11.1 **Macroscópico:** Define la observación de minerales que se ven a simple vista sin ayuda del microscopio.
- 11.2 **Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.
- 11.3 **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño. Ver ANEXO N° 1: Requerimiento de muestras de mano para Estudios Petromineralógicos
- 11.4 **Galleta de roca:** Es parte de la muestra de roca que ha sido cortada en forma de una galleta.
- 11.5 **Estereomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de rocas.
- 11.6 **Microscopio de Polarización:** Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y en la interpretación de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.
- 11.7 **Sección delgada:** Una sección delgada es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene $0,030 \pm 0,005$ mm, y normalmente protegido con un cubreobjetos. La sección delgada normalmente mide 52mm x 26mm, pero en el caso de rocas de grano más grande, se usarán dimensiones más grandes (ejm. 75mm x 50mm) o pueden ser preparadas varias secciones de dimensiones normales.

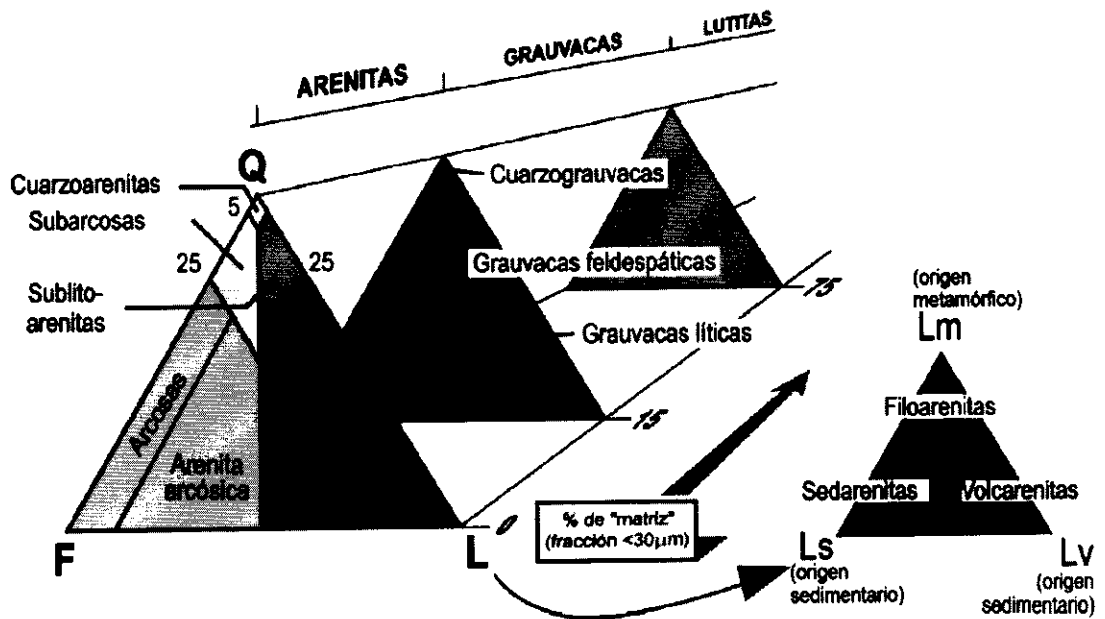
12. ANEXOS

Los anexos presentados se encuentran en el documento: "Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Código: DGR-G-001. Capítulo 3. Páginas de 55 a 80"

- 12.1. ANEXO N°1: DIAGRAMAS Y CUADROS PARA CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA DE ROCAS SEDIMENTARIAS



1. Para rocas detríticas (según Dott, 1964, Dickinson, 1970 y Pettijohn et al., 1987):




2. Clasificación de calizas usando su textura, modificado de Dunham (1962), Ebry and Klovan (1972), and Wright (1992).

DEPÓSITACIONAL				BIOLÓGICO	
Matriz contiene (limo/limolita y arcillas/lutitas < 32 µm)					
Soporte de Matriz		Soporte de Granos		Organismos in-situ	
>75% matriz	< 75% matriz				
Caliza Mudstone	Caliza Wackstone	Caliza Packstone	Caliza Grainstone	Caliza Boundstone	Caliza Framestone

DIAGENÉTICO				
No obliterado		Obliterado		
Textura de caliza visible	El componente principal es cemento de calcita esferulítica	Cristales Espáticos (>32µm)	Cristales microespáticos (4-32µm)	Cristales de micrita
Uso apropiado del término raíz y del calificativo	Caliza pseudoespática	Caliza espática	Caliza microespática	Caliza micrítica

Aprobado por : Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-017 Versión : 03 Fecha aprob.: 13/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS METAMÓRFICAS	Página : 1 de 7

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar estudios petrográficos de rocas metamórficas que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año. Así también para asegurar que las clasificaciones petrográficas sean aplicables, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para elaborar las descripciones petrográficas de rocas metamórficas. Se debe considerar que algunos tipos de rocas requieren de métodos adicionales como análisis químico y físico para su clasificación petrográfica, estos métodos no serán descritos en este instructivo.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y secciones delgadas hasta el correcto llenado y entrega del formato de Estudios Petrográficos de Rocas Metamórficas: DL-F-233.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Código: DGR-G-001. Capítulo 4. Páginas de 81 a 119.
- 3.2. Kerr, Paul F.; Mineralogía Óptica. Tercera Edición.
- 3.3. Yardley, Bruce W.D.; MacKenzie, William S.; Guilford, C. (1997), Atlas de rocas metamórficas y sus texturas.
- 3.4. Gomez, Javier. (2006), Metamorfismo - Apuntes de la asignatura Petrología Endógena II (Módulo I).
- 3.5. Philpotts, Anthony R.(1989), Petrography of Igneous and Metamorphic rocks.
- 3.6. Castroviejo, Ricardo.(1998).Fundamentos de Petrografía
- 3.7. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.8. A. Castro Dorado (1989), Petrografía Básica – Texturas, Clasificación y Nomenclatura de Rocas.
- 3.9. Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232
- 3.10. Tabla de Michel –Levy
- 3.11. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1. Las secciones delgadas deben tener un espesor de 30µm *aproximadamente*, de acuerdo a lo indicado en el instructivo DL-I-002.
- 4.2. Para una clasificación petrográfica, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio, entonces se podrán preparar una o más secciones delgadas si es necesario.



5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El Profesional Especialista en Estudios Petromineralógicos encargado de hacer el estudio petrográfico entrega el formato DL-F-233 Estudios de Rocas Metamórficas debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la caratula y la introducción.
- 5.2. El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de estudios petrográficos a la Dirección de Laboratorio.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El estudio petrográfico de rocas metamórficas, comprende la descripción macroscópica y microscópica de la muestra. La descripción macroscópica se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza imán y porcelana. Luego, se realiza una descripción microscópica de las secciones delgadas a través del microscopio de polarización y las secciones delgadas de la roca se realiza la descripción microscópica; si hay indicios de minerales de mena se recomienda la preparación de una sección pulida adicional.

Para la realización del estudio petrográfico se requiere la siguiente instrumentación y reactivos:

- ❖ Lupa o estereomicroscopio
 - ❖ Microscopio de polarización con luz transmitida
- Reactivo:
- ❖ Ácido Clorhídrico al 10%

- 6.1. Para el correcto llenado del formato DL-F-233 Estudios Petrográficos de Rocas Metamórficas, se anotarán los datos generales de la muestra primero el código de la muestra seguido por cuadrángulo sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160 Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

- 6.2. Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el estudio petrográfico, seguido por su firma y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.

6.3. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

La descripción macroscópica se llevará a cabo en las muestras frescas o poco alteradas. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa:

- 6.3.1 Naturaleza de la roca.
6.3.2 Compacidad
6.3.3 Estructura: determinar si presenta estructura foliada o no foliada.



- 6.3.4** El color general o el rango de colores de la muestra de mano. Será tomando en la muestra humedecida. El color se estima utilizando la Tabla de colores (ver 3.7)
- 6.3.5** Textura
- 6.3.6** Tamaño del grano (si es relevante).
- 6.3.7** Composición mineralógica, se describe a grandes rasgos (forma, alteración) las características de los minerales presentes en la roca.
- 6.3.8** Otras estructuras: fracturas macroscópicas abiertas o rellenas, poros y cavidades (cuando son relevantes)
- 6.3.9** Evidencia de meteorización o alteración: difusión de hidróxidos de hierro, entre otros. (cuando son relevantes).
- 6.3.10** Estimación cualitativa de densidad.
- 6.3.11** Presencia de magnetismo.
- 6.3.12** Si se sospecha la existencia de carbonatos en la roca se utiliza el Ácido Clorhídrico al 10%, vertiendo algunas gotas de esta, sobre una superficie fresca de la muestra para confirmar o descartar su existencia.
- 6.3.13** Fotografía de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-233 Estudio Petrográfico de Rocas Metamórficas.

6.4 DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

La descripción microscópica es un resumen de todo lo observado en la **sección delgada** a través del microscopio de polarización y la sección delgada, de tal manera que se describe de modo general a la roca.

- 6.4.1** Los siguientes ítems se incluirán en la descripción microscópica:
1. Orientación del corte (si presenta, solo para el caso de una o más secciones por muestra).
 2. Naturaleza de la roca.
 3. Textura.
 4. Constituyentes (tanto los principales como los de la matriz)
 5. Alteraciones
 6. Microestructuras (tamaños, formas, abundancia relativa y materiales de relleno si estuviesen presentes)
- 6.4.2** La descripción mineralógica comprende la descripción de cada constituyente mineral de la roca. Estos se dividen en **tres** partes: cristales, matriz y **secundarios**. Cabe resaltar que de acuerdo a la roca, pueden o no ser llenados estos campos.

1. **Cristales:** se consideran a los minerales o blastos de la roca. Esta sección se divide en dos partes:
 - ❖ Esenciales, los cuales son los minerales formadores de la roca, los que caracterizan la composición de la misma y los más abundantes; se consideran aquellos minerales que cuenten con un porcentaje mayor al 5%
 - ❖ Accesorios, son minerales que aparecen en pequeña proporción y en algunos casos pueden estar ausentes sin cambiar las características de la roca. Suelen ser silicatos, óxidos y minerales opacos, se consideran aquellos minerales que alcanzan un porcentaje hasta del 5%. Asimismo, en este punto se consideraran los minerales opacos a pesar de tener un porcentaje mayor al 5%, debido a que su identificación se realiza en una sección pulida.

NOTA: La determinación de minerales opacos se realizará en secciones pulidas.

Para cada mineral o blasto identificado, se describe el mineral en negrita seguido por una coma y se procede a describir las características listadas abajo, las cuales deberán ser especificadas cuando sea relevante.



- 1.1. **Forma:** euhedral, subhedral y anhedral
- 1.2. **Hábito** (ejm. Prismático, fibroso).
- 1.3. **Características especiales** (ejm: aplanada, elongada, maclas, microfracturas, entre otros).
- 1.4. **Evidencia de alteración:** difusión de hidróxidos de hierro, entre otros.
- 1.5. **Tamaño de blastos:** se refiere al valor y rango de variación medida en milímetros, para el caso de los cristales que se encuentran como relleno de intersticios, se calcula un promedio.

NOTA: Para los cristales secundarios, no es necesario colocar el tamaño, salvo si es relevante.

- 1.6. **Porcentaje del mineral,** es el promedio de los campos de visualización de forma aleatoria en la muestra, la cantidad de campo dependerá del tipo de roca metamórfica y del tamaño del grano. El promedio de los porcentajes hallados en cada campo se registran en el formato DL-F-233 Estudio Petrográfico de Rocas Metamórficas.

NOTA: Para los moldes de cristales no se consideran porcentajes, ya que estos se encuentran contemplados en los minerales de alteración o reemplazamiento según sea el caso.

2. **Matriz:** Si la roca presenta matriz, se debe realizar la descripción de los minerales constituyentes de acuerdo a lo indicado en los puntos del 1.1 hasta el 1.5
3. **Secundarios,** son aquellos minerales que provienen de la alteración de los minerales presentes en la roca, asimismo, se considera a los minerales que provienen posterior a la formación de la roca (como relleno de microfracturas, en microvenillas, etc.), se debe realizar la descripción de los minerales constituyentes de acuerdo a lo indicado en los puntos del 1.1 hasta el 1.5.
4. **Grupo Composicional:** De acuerdo a la ponderación de las proporciones modales de las fases presentes, se podrá estimar el grupo composicional general al cual pertenece la roca. (Ejemplo: cuarzo-pelítica, máfica, carbonática, etc.)

6.4.3 Tipo de Metamorfismo: Esta sección indica el probable tipo de metamorfismo que pudo haber sufrido la muestra basado en el estudio petrográfico y la información brindada de campo. Si es posible se debe indicar:


- ❖ Tipo de metamorfismo: de contacto, regional, dinámico.
- ❖ Grado de metamorfismo (Ver Anexo N° 1)
- ❖ Fácies metamórficas (Ver Anexo N° 1)

6.4.4 Textura principal de la roca, colocar las texturas secundarias si son relevantes.

6.4.5 Grado de alteraciones: Se enumeran las alteraciones presentes en la roca y se marca con una "X" la intensidad de la alteración de acuerdo al porcentaje de los minerales secundarios según formato DL-F-233 Estudio Petrográfico de Rocas Metamórficas.

6.4.6 Fotomicrografías: La adquisición de fotomicrografías a través del software LAS (Leica Application Suite), provee resoluciones muy altas, para lo cual el tamaño estándar



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-017 Versión : 03 Fecha aprob.: 13/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS DE ROCAS METAMÓRFICAS	Página : 5 de 7

para insertarlas en formato DL-F-233 será en 10.8 cm en altura medido en la versión digital del mismo. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:

1. Se identifican los minerales presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas (ver 3.9).

NOTA: Los minerales secundarios se colocarán entre paréntesis.

2. Se describe de modo general los minerales presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.

Opcionalmente si la muestra lo requiere se tomarán fotomicrografías adicionales que representen aquellos detalles que no son observados en la fotomicrografía general. Las fotomicrografías adicionales tendrán un tamaño de 5.3 cm medido en la versión digital del formato DL-F-233.

6.4.7 Estudios adicionales: Se colocarán aquellos estudios que se le realizan adicionalmente a la muestra.

6.4.8 Comentarios u observaciones: Si se encuentran características no detalladas en la descripción macroscópica y/o microscópica. Asimismo, si se desea indicar al usuario el requerimiento de estudios adicionales.

6.5. CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA

Sobre la base de los datos generados a partir de las descripciones macroscópicas y microscópicas relacionadas a la estructura, fábrica y composición mineralógica, se le asignará una clasificación modal petrográfica a la roca y fijando al menos la familiaridad de la roca de acuerdo a las Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Capítulo 4. Página 81 a 119. (Ver Anexo N° 1) Si la descripción petrográfica provee datos insuficientes para asignar una clasificación, serán necesarias pruebas adicionales, determinaciones químicas o difracción de rayos x.

7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 1 día por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos

9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10. REGISTROS

10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

10.2. DL-F-233: Estudio Petrográfico de Rocas Metamórficas

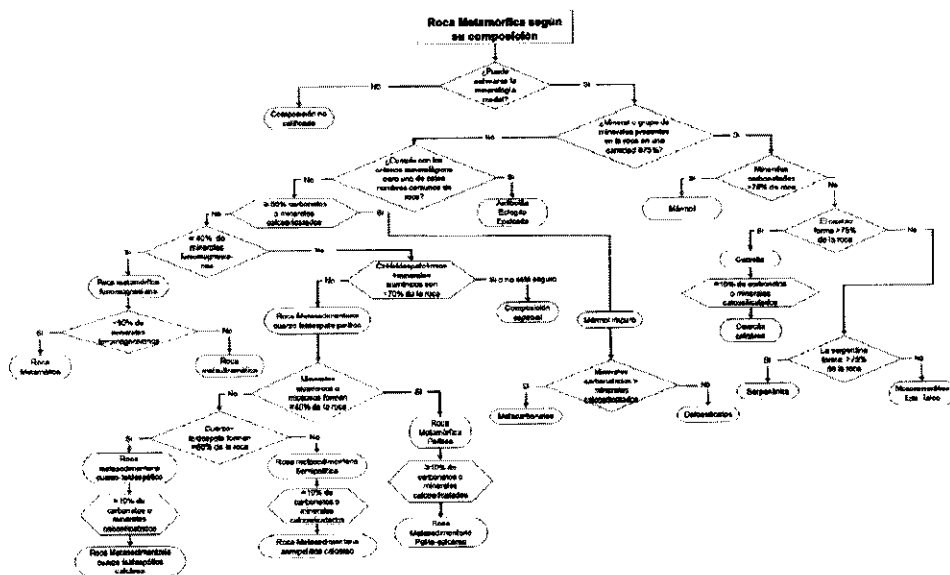


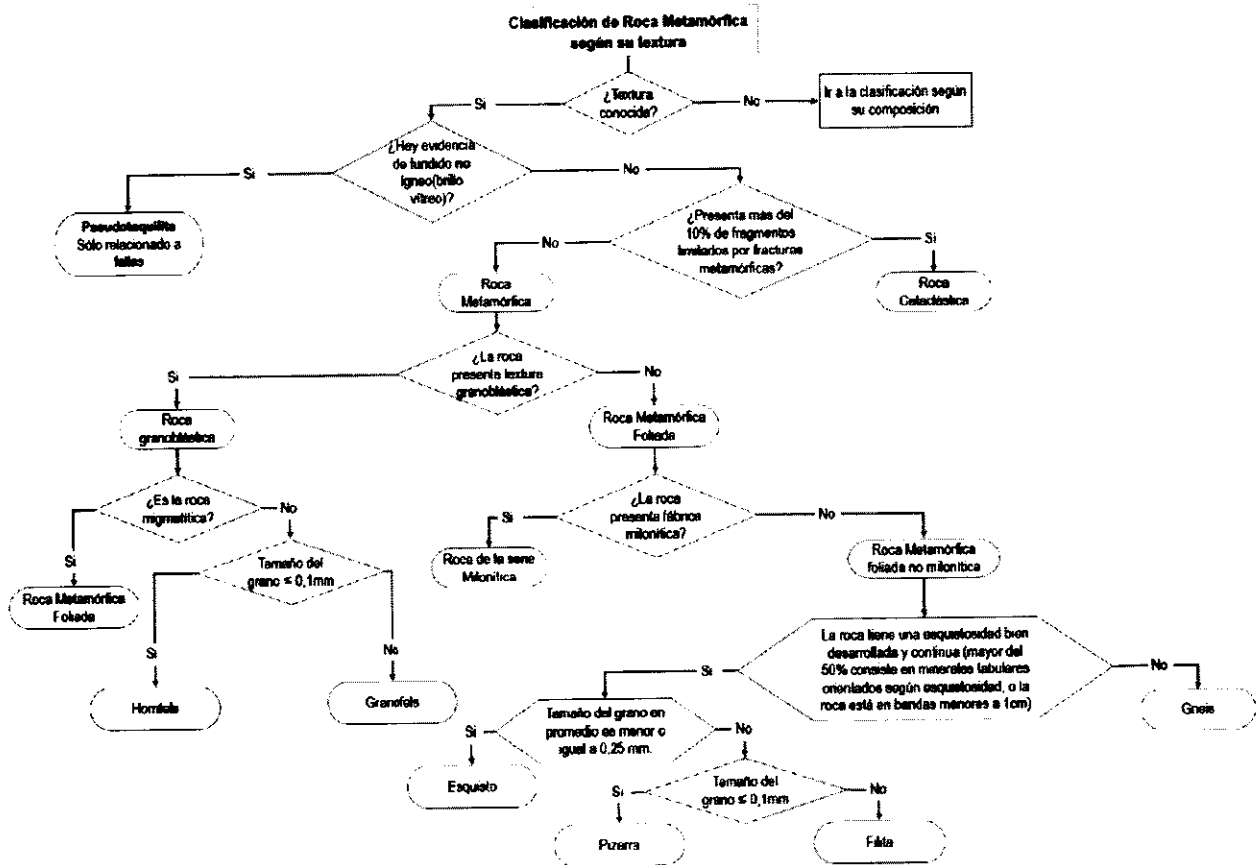
11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 11.1. **Blastos:** son los minerales que crecen en un medio esencialmente sólido por transformación de minerales preexistentes o como resultado de alguna reacción entre dos o más fases preexistentes.
- 11.2. **Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.
- 11.3. **Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.
- 11.4. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño.
- 11.5. **Galleta de roca:** Es parte de la muestra de roca que ha sido cortada en forma de una galleta.
- 11.6. **Estereomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.
- 11.7. **Microscopio de Polarización:** Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y en la interpretación de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.
- 11.8. **Sección delgada:** Una sección delgada es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene $0,030 \pm 0,005$ mm, y normalmente protegido con un cubreobjetos. La sección delgada normalmente mide 52mm x 26mm, pero en el caso de rocas de grano más grande, se usarán dimensiones más grandes (ejm. 75mm x 50mm) o pueden ser preparadas varias secciones de dimensiones normales.

12. ANEXO

12.1. ANEXO N° 1: DIAGRAMAS Y CUADROS PARA CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA DE ROCAS METAMÓRFICAS, según su composición y texturas






Aprobado por :


Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-018 Versión : 02 Fecha aprob: 11/05/2016
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANCHA DE CALENTAMIENTO THERMOLYNE	Página : 1 de 2

- 1. Finalidad**
Conocer el modo operativo de la Plancha de calentamiento Thermolyne, instalado en el ambiente de disolución multiácida de muestras del LABORATORIO QUÍMICO.
- 2. Alcance**
 - 2.1 El presente instructivo se aplica a la Plancha de calentamiento Thermolyne. (Ver Fig. 1 en Anexos) para la preparación de muestras con ácidos en solución a determinada temperatura.
- 3. Documentos a Consultar / Base legal**
 - 3.1 Operation Instruccions. Thermolyne - Hot plate.
 - 3.2 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**
- 4. Requisitos**
 - 4.1 Equipo de protección personal (EPP): Mandil, lentes de seguridad, guantes y respirador.
- 5. Responsabilidades**
 - 5.1 El Especialista de la preparación química de muestras, es el encargado de preparar muestras y soluciones en la plancha de calentamiento, supervisa el funcionamiento y la operación de la Plancha de calentamiento Thermolyne.
 - 5.2 Los especialistas y/o técnicos del Laboratorio Químico, están autorizados para operar y utilizarla Plancha de calentamiento Thermolyne.
- 6. Etapas del Instructivo**
 - 6.1 Instalación.**
 - 6.1.1 Ubicación**
 - 6.1.1.1 La plancha de calentamiento debe estar ubicada dentro de una campana con sistema de extracción de gases ácidos, sobre una superficie de trabajo nivelada y con espacio suficiente alrededor del instrumento para facilitar su operación.
 - 6.2 Conexión a la red**
 - 6.2.1 Antes de conectar, asegúrese de ver las especificaciones eléctricas en la placa que se encuentran ubicado en la parte posterior del equipo
 - 6.2.3 Conectar el equipo a cualquier fuente de poder disponible, sin necesidad de tomar medidas de seguridad especiales, pero asegúrese que el interruptor del equipo se encuentre en la posición de apagado.
 - 6.3 Operación**
 - 6.3.1 Antes de operar el equipo, se recomienda que leer cuidadosamente el manual para ajustar de manera específica para su aplicación.
 - 6.3.2 Para Encender el equipo, presionar tecla (On / Off).
 - 6.3.3 Para Apagar, presionar tecla (On / Off).



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-018
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANCHA DE CALENTAMIENTO THERMOLYNE	Versión : 02 Fecha aprob: 11/05/2016 Página : 2 de 2

6.3.4 Para Regular temperatura de calentamiento (0 – 300°C) gire la perilla en sentido horario, y en sentido contrario para disminuir.

6.4 Cuidados y limpieza

6.4.1 Mantener limpia la superficie del equipo, si es necesario, utilizar un trapo humedecido con un detergente suave.

7. Instrucciones

No aplica.

8. Duración

No aplica.

9. Diagramación

No aplica.

10. Registro

No aplica.

11. Glosario de términos.

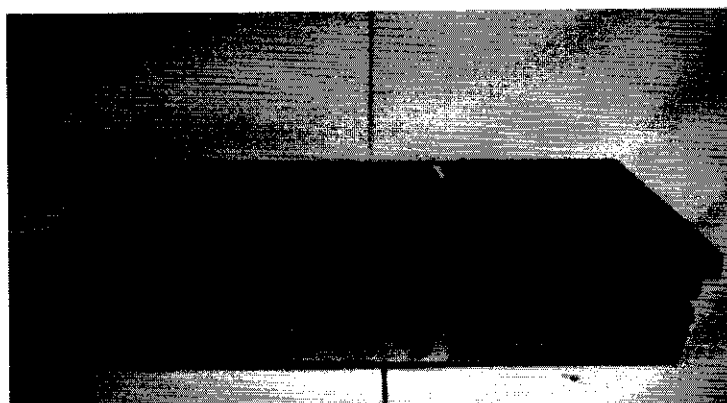
11.1 Plancha de calentamiento, esta unidad transforma la energía eléctrica en calor usando una aleación Níquel –Cromo en un elemento de calentamiento y es controlado por un microprocesador mediante un proceso enlazado cerrado.

12. Anexos:

Anexo 1: Vista frontal de la Plancha de Calentamiento Thermolyne

ANEXO I

Fig. 1 Plancha de calentamiento Thermolyne. Vista frontal



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar estudios petrominerográficos que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año. Así también para asegurar que las clasificaciones petrográficas sean aplicables, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio.

2. ALCANCE


El presente instructivo detalla la metodología para elaborar las descripciones de estudios petrominerográficos. Se debe considerar que algunos tipos de rocas requieren de métodos adicionales como análisis químico y físico para su clasificación petrográfica, estos métodos no serán descritos en este instructivo.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y secciones delgadas pulidas hasta el correcto llenado y entrega del formato de Estudio Petrominerográfico: DL-F-007.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Código: DGR-G-001. Capítulo 2. Páginas de 25 a 54. Capítulo 3. Páginas de 55 a 80. Capítulo 4. Páginas de 81 a 119.
- 3.2. Howel Williams; Francis J. Turner; Charles M. Gilbert .Petrografía. Cuarta Edición. Pág. 265- 404.
- 3.3. J. Mcphie; M. Doyle; R. Allen. Volcanic Textures. University of Tasmania.
- 3.4. A. Castro Dorado (1989), Petrografía Básica – Texturas, Clasificación y Nomenclatura de rocas.
- 3.5. Castroviejo, Ricardo.(1998).Fundamentos de Petrografía
- 3.6. Philpotts, Anthony R.; Principles of igneous and metamorphic petrology
- 3.7. Philpotts, Anthony R.(1989), Petrography of Igneous and Metamorphic rocks.
- 3.8. Adams, A.E.; MacKenzie, William S.; Guilford, C. Atlas de rocas sedimentarias
- 3.9. Middleton, Gerard V., ed.; Church, Michael A., ed.; Coniglio, Mario, ed.; Hardie, Lawrence A., ed.; Longstaffe, Frederick J., ed. Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks
- 3.10. Folk, R. L., 1980, Petrology of sedimentary rocks, p. 23
- 3.11. Yardley, Bruce W.D.; MacKenzie, William S.; Guilford, C. (1997), Atlas de rocas metamórficas y sus texturas.
- 3.12. Gomez, Javier. (2006), Metamorfismo - Apuntes de la asignatura Petrología Endógena II (Módulo I).
- 3.13. Paul G. Spry, Brian L. Getlinske Tables for the Determination of Common Opaque Minerals.
- 3.14. Paul Ramdohr. The Ore Minerals and their Intergrowths.
- 3.15. P. Picot, Z. Johan. Atlas of Ore Minerals.
- 3.16. Bernhard Pracejus. The Ore Minerals under the Microscope.
- 3.17. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.18. Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-019 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIO PETROMINERAGRÁFICO	Página : 2 de 6

- 3.19. Tabla de Michel –Levy
3.20. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1 Las secciones delgadas pulidas deben estar hechas a un espesor aproximado de 30µm, de acuerdo a lo indicado en el instructivo DL-I-002.
- 4.2 Para una clasificación petrominerográfica, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio, entonces se podrán preparar una o más secciones delgadas pulidas si es necesario.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional Especialista en Estudios Petromineralógicos encargado de hacer el estudio petrominerográfico entrega el formato de Estudio Petrominerográfico: DL-F-007 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la caratula y la introducción.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de estudios petromineralógicos a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El estudio petrominerográfico, comprende la descripción macroscópica y microscópica de la muestra. La descripción macroscópica se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza, imán y porcelana. Luego, se realiza una descripción microscópica de las secciones delgadas-pulidas a través del microscopio de polarización y las secciones delgadas pulidas, se realiza la descripción microscópica. Finalmente, se procede a dar la clasificación de la roca de acuerdo a la naturaleza de la misma.

Para la realización del estudio petrográfico se requiere la siguiente instrumentación y reactivos:

- ❖ Lupa o estereomicroscopio
 - ❖ Microscopio de polarización de luz transmitida y reflejada.
- Reactivo:
- ❖ Ácido Clorhídrico al 10%

- 6.1. Para el correcto llenado del formato DL-F-007 Estudio Petrominerográfico, se anotará los datos generales de la muestra: primero el código de la muestra seguido por cuadrángulo, sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160. Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el estudio petrominerográfico y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.



6.2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.


La descripción macroscópica se llevará a cabo, tanto en las muestras frescas como poco alteradas. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa.

- 6.2.1. Naturaleza de la roca (ejm. ígnea, sedimentaria, metamórfica)
- 6.2.2. Compacidad (ejm, compacto, semicompacto, no compacto)
- 6.2.3. El color general o el rango de colores de la muestra de mano será tomado en la muestra humedecida. El color se estima utilizando la tabla de colores referenciales. Ver 3.17 Tabla de colores.
- 6.2.4. Textura
- 6.2.5. Tamaño del grano (si es relevante). Para esta clasificación se utilizan los rangos definidos en las: Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Páginas 29 y 30.
- 6.2.6. Composición mineralógica, se describe a grandes rasgos (forma, alteración) las características de los minerales presentes en la roca (intercrecimientos, asociaciones, etc.).
- 6.2.7. Estructuras: fracturas macroscópicas abiertas o rellenas, poros, amígdalas, vesículas (cuando son relevantes).
- 6.2.8. Evidencia de meteorización o alteración: teñido por alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, alteración a minerales secundarios de cobre, entre otros. (cuando son relevantes)
- 6.2.9. Presencia de xenolitos o fragmentos líticos (cuando son relevantes).
- 6.2.10. Estimación cualitativa de densidad
- 6.2.11. Presencia de magnetismo.
- 6.2.12. Fotografía de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-007 Estudio Petrominerográfico.

6.3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

La descripción microscópica es un resumen de todo lo observado en la sección delgada pulida a través del microscopio de polarización de tal manera que se describe de modo general a la muestra y su relación con la mineralización.

- 6.3.1. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción microscópica de forma narrativa.
 - 1. Naturaleza de la roca.
 - 2. Textura.
 - 3. Constituyentes (tanto los principales como los de la matriz, dependiendo del tipo de roca).
 - 4. Alteraciones
 - 5. Microestructuras (tamaños, formas, abundancia relativa y materiales de relleno si estuviesen presentes)
 - 6. Fotomicrografía general de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-007 Estudio Petrominerográfico.
- 6.3.2. La descripción mineralógica comprende la descripción de cada mineral observado en la sección delgada-pulida. Estos se dividen en cuatro partes: cristales, matriz, líticos

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-019 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIO PETROMINERAGRÁFICO	Página : 4 de 6


y secundarios. Cabe resaltar que de acuerdo a la clasificación de roca, pueden o no ser llenados estos campos.

1. **Cristales:** se consideran a los minerales de la roca y aquellos minerales metálicos que se encuentran en forma de cristales. Esta sección se divide en dos partes:
 - ❖ Esenciales, los cuales son los minerales formadores de la roca, los que caracterizan la composición la misma; para el caso de rocas sedimentarias, considerar los granos alógenicos y Autígenicos en esta sección. Para el caso de rocas ígneas y metamórficas se consideran aquellos minerales que cuenten con un porcentaje mayor al 5%.
 - ❖ Accesorios, son minerales que pueden estar presentes o ausentes sin cambiar las características de la roca; Para el caso de rocas ígneas y metamórficas se consideran aquellos minerales que alcanzan un porcentaje hasta del 5%.

Para cada mineral identificado, se describe el mineral en negrita seguido por una coma y se procede a describir las características listadas abajo, las cuales deberán ser especificadas cuando sea relevante.

- 1.1. **Forma:** euهدral, subهدral y anهدral
- 1.2. **Hábito** (ejm. prismático, tabular, fibroso).
- 1.3. **Características especiales** (ejm: aplanada, elongada, maclas, microfracturas, intercrecimientos, asociaciones, entre otros).
- 1.4. **Evidencia de alteración:** impregnación por la alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, cloritización de biotita, sericitización de feldespatos, desintegración radioactiva de minerales tales como zircón o allanita, etc.
- 1.5. **Tamaño de los cristales:** se refiere al valor y rango de variación medida en milímetros, para el caso de los cristales que se encuentran como relleno de intersticios, se calcula un promedio.
NOTA: Para los minerales secundarios, no es necesario colocar el tamaño, salvo si es relevante.
- 1.6. **Porcentaje del mineral,** es el promedio de los campos de visualización de forma aleatoria en la muestra la cantidad de campos dependerá del tipo de roca y del tamaño de grano. El promedio de los porcentajes hallados en cada campo se registran en el formato DL-F-007 Estudio Petromineragráfico.
NOTA: Para los moldes de cristales no se consideran porcentajes, ya que estos serán considerados en los minerales secundarios, de acuerdo a la alteración o reemplazamiento que haya sufrido según sea el caso.
2. **Matriz:** Si la roca presenta matriz, se debe realizar la descripción de los minerales constituyentes incluyendo a los minerales metálicos si presenta, de acuerdo a lo indicado en los puntos del 1.1 hasta el 1.6.
NOTA: Para el caso de rocas volcánicas, no se determinará el tamaño del material criptocristalino. Para el caso de rocas sedimentarias, considerar también el cemento en este sector, si presenta.
3. **Líticos:** Si la roca presenta fragmentos líticos o xenolitos, se anotará:
 - 3.1. La naturaleza del mismo, indicando su composición si es posible.
 - 3.2. Textura



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-019 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIO PETROMINERAGRÁFICO	Página : 5 de 6

3.3. Describir los minerales constituyentes, anotar las características especiales y tamaño de los mismos, si se pueden visualizar y si son relevantes.

3.4. El tamaño del fragmento lítico o xenolito

3.5. El porcentaje que ocupa en la sección delgada pulida.

4. **Secundarios**, son aquellos minerales que provienen de la alteración de los minerales presentes en la roca, asimismo, se considera a los minerales que provienen posterior a la formación de la roca (como relleno de microfracturas, en microvenillas, etc.)

6.3.3. Textura principal de la roca, colocar las texturas secundarias si son relevantes.

6.3.4. Secuencia de formación probable: Se indica los minerales de acuerdo a la secuencia de formación que presentan.

6.3.5. Grado de alteraciones: Se enumeran las alteraciones presentes en la roca y se marca con una "X" la intensidad de la alteración de acuerdo al porcentaje de los minerales secundarios según formato DL-F-007 Estudio Petrominerográfico.

6.3.6. Fotomicrografías: La adquisición de fotomicrografías a través del software LAS (Leica Application Suite), provee resoluciones muy altas, para lo cual el tamaño estándar para insertarlas en formato DL-F-007 será en 10.8 cm en altura medido en la versión digital del mismo. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:

1. Se identifican los minerales presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.18)

NOTA: Los minerales secundarios se colocarán entre paréntesis.

Asimismo, se debe indicar el tipo de luz (transmitida o reflejada) de la fotomicrografía adquirida.

2. Se describe de modo general los minerales presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.

Opcionalmente si la muestra lo requiere se tomarán fotomicrografías adicionales que representen aquellos detalles que no son observados en la fotomicrografía general. Las fotomicrografías adicionales tendrán un tamaño de 5.3 cm medido en la versión digital del formato DL-F-007 Estudio Petrominerográfico.


6.3.7. Estudios Adicionales: Se colocarán aquellos estudios que se le realizan adicionalmente a la muestra.

6.3.8. Comentarios y/ u observaciones: Si se encuentran características no detalladas en la descripción macroscópica y/o microscópica. Asimismo, sugerencias indicando al usuario el requerimiento de estudios adicionales.

6.4. CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA

Sobre la base de los datos generados de las descripciones macroscópicas y microscópicas relacionadas a la estructura, fábrica y composición mineralógica, se le asignará una clasificación modal petrográfica a la roca y fijando al menos la familiaridad de la roca, de acuerdo a las Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. (Documentos a Consultar 3.1).

Para el caso de las rocas volcánicas, si el porcentaje modal de la roca contiene vidrio o material criptocristalino mayor al 15%, se recomienda realizar estudios adicionales para su clasificación petrográfica.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-019 Versión : 03 Fecha aprob.: 11/05/2016
	ESTUDIO PETROMINERAGRÁFICO	Página : 6 de 6

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 1 día por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

- 9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10. REGISTROS

- 10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
- 10.2. DL-F-007: Estudio Petromineragráfico

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

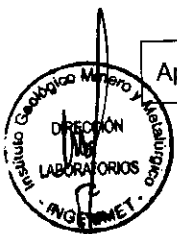
- 11.1. **Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.
- 11.2. **Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.
- 11.3. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño.
- 11.4. **Esteriomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.
- 11.5. **Microscopio de Polarización:** Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y descripción de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.
- 11.6. **Sección delgada pulida:** Una sección delgada pulida es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene $0,030 \pm 0,005$ mm, y una superficie pulida al igual que una sección pulida. La sección delgada pulida normalmente mide 52mm x 26mm, pero en el caso de rocas de grano más grande, se usarán dimensiones más grandes (ejm. 75mm x 50mm) o pueden ser preparadas varias secciones de dimensiones normales.


12. ANEXOS

No Aplica

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-020 Versión : 03 Fecha aprob.: 13/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS- PETROMINERAGRÁFICOS DE BRECHAS	Página : 1 de 6

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar estudios petrográficos/petrominerográficos de brechas que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año. Así también para asegurar que las clasificaciones petrográficas sean aplicables, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para elaborar las descripciones petrográficas/petrominerográficas de brechas. Se debe considerar que algunos tipos de rocas requieren de métodos adicionales como análisis químico y físico para su clasificación petrográfica, estos métodos no serán descritos en este instructivo.


El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y secciones delgadas o delgadas pulidas, hasta el correcto llenado y entrega del formato de Estudios Petrográficos/Petrominerográficos de Brechas: DL-F-008.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Guías para la elaboración de mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional. Código: DGR-G-001. Capítulo 2. Páginas de 25 a 54. Capítulo 3. Páginas de 55 a 80.
- 3.2. Howel Williams; Francis J. Turner; Charles M. Gilbert .Petrografía. Cuarta Edición. Pág. 265- 404.
- 3.3. J. Mcphie; M. Doyle; R. Allen. Volcanic Textures. University of Tasmania.
- 3.4. A. Castro Dorado (1989), Petrografía Básica – Texturas, Clasificación y Nomenclatura de rocas.
- 3.5. Castroviejo, Ricardo.(1998).Fundamentos de Petrografía
- 3.6. Philpotts, Anthony R.; Principles of igneous and metamorphic petrology
- 3.7. Philpotts, Anthony R.(1989), Petrography of Igneous and Metamorphic rocks.
- 3.8. Adams, A.E.; MacKenzie, William S.; Guilford, C. Atlas de rocas sedimentarias
- 3.9. Middleton, Gerard V., ed.; Church, Michael A., ed.; Coniglio, Mario, ed.; Hardie, Lawrence A., ed.; Longstaffe, Frederick J., ed. Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks
- 3.10. Folk, R. L., 1980, Petrology of sedimentary rocks, p. 23
- 3.11. Yardley, Bruce W.D.; MacKenzie, William S.; Guilford, C. (1997), Atlas de rocas metamórficas y sus texturas.
- 3.12. Gomez, Javier. (2006), Metamorfismo - Apuntes de la asignatura Petrología Endógena II (Módulo I).
- 3.13. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.14. Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGENMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232
- 3.15. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGENMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1 Las secciones delgadas o delgadas pulidas deben estar hechas a un espesor aproximado de 30µm, de acuerdo a lo indicado en el instructivo DL-I-002.
- 4.2 Para una clasificación petrográfica, es esencial que la muestra sea representativa de la zona de estudio, entonces se podrán preparar una o más secciones delgadas si es necesario.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-020 Versión : 03 Fecha aprob.: 13/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS- PETROMINERAGRÁFICOS DE BRECHAS	Página : 2 de 6

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional Especialista en Estudios Petromineralógicos encargado de hacer el estudio de brechas entrega el formato de Estudio Petrográfico/Petromineragráficos de Brechas: DL-F-008, debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la caratula y la introducción.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de estudios petromineralógicos a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El estudio petrográfico/petromineragráfico de brechas, comprende la descripción macroscópica y microscópica de la muestra. La descripción macroscópica se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza, imán y porcelana. Luego, se realiza una descripción microscópica de las secciones delgadas o delgadas-pulidas a través del microscopio de polarización y las secciones delgadas o delgadas pulidas de la brecha, se realiza la descripción microscópica. Finalmente, se procede a dar la clasificación de la roca de acuerdo a la naturaleza de la misma.

Para la realización del estudio petrográfico se requiere la siguiente instrumentación y reactivos:

- ❖ Lupa o estereomicroscopio
- ❖ Microscopio de polarización con luz transmitida y reflejada
- Reactivo:
- ❖ Ácido Clorhídrico al 10 %

- 6.1. Para el correcto llenado del formato de Estudio Petrográfico/Petromineragráfico de Brechas: DL-F-008, se anotará los datos generales de la muestra: primero el código de la muestra seguido por cuadrángulo sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160. Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el estudio petrográfico/petromineragráfico de brechas y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.

6.2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

La descripción macroscópica se llevará a cabo, tanto en las muestras frescas como poco alteradas.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa.

- 6.2.1. Naturaleza de la brecha (ejm. Brecha magmática, brecha tectónica, brecha sedimentaria)
- 6.2.2. Tipo de brecha de acuerdo a la variedad composicional de los clastos (ejm. Monomítica, polimítica)
- 6.2.3. Naturaleza de los clastos si se puede reconocer de manera macroscópica.
- 6.2.4. El color general o el rango de colores de la muestra de mano será tomado en la muestra humedecida. El color se estima utilizando la Tabla de Color Referencial (3.13).



ESTUDIOS PETROGRÁFICOS- PETROMINERAGRÁFICOS DE BRECHAS

- 6.2.5. Grado de redondeamiento de los clastos.
- 6.2.6. Tamaño del clasto (si es relevante).
- 6.2.7. Descripción de la matriz, si se puede mencionar la composición mineralógica de la misma.
- 6.2.8. Estructuras: fracturas macroscópicas abiertas o rellenas, poros, oquedades (cuando son relevantes).
- 6.2.9. Si se sospecha la existencia de carbonatos en la roca se utiliza el Ácido Clorhídrico al 10%, vertiendo algunas gotas de esta, sobre una superficie fresca de la muestra para confirmar o descartar su existencia
- 6.2.10. Fotografía de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-008.

6.3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

La descripción microscópica es un resumen de todo lo observado en la sección delgada o delgada pulida a través del microscopio de polarización.

- 6.3.1. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción microscópica de forma narrativa.
 - 1. Naturaleza de la brecha.
 - 2. Tipo de brecha de acuerdo a la variedad composicional de los fragmentos (ej. Monomíctica, polimíctica)
 - 3. Descripción y naturaleza de los clastos.
 - 4. Descripción de los constituyentes minerales de la matriz.
 - 5. Alteraciones, si se presenta.
 - 6. Microestructuras (tamaños, formas, abundancia relativa y materiales de relleno si estuviesen presentes)
 - 7. Fotomicrografía general de la muestra. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-008.
- 6.3.2. La descripción mineralógica comprende la descripción de cada lítico o clasto de la brecha. Estos se dividen en tres partes: líticos, matriz y secundarios. Cabe resaltar que la parte de secundarios puede o no ser llenado de acuerdo al tipo de brecha.
 - 1. **Líticos:** se consideran a los líticos que presenta la brecha. Esta sección se divide en tres partes: Ígneas, sedimentarias y metamórficas
Para cada lítico identificado, colocar la clasificación petrográfica en la siguiente columna según el tipo de roca, y se procede a describir las características listadas abajo, las cuales deberán ser especificadas cuando sea relevante.
 - 1.1. **Forma:** angulosas, subangulosas, subredondeada, redondeada.
 - 1.2. **Composición mineralógica:** describir los minerales presentes en el clasto o lítico. Si se puede indicar la forma, hábito, alteración, tamaño, entre otros.
 - 1.3. **Líticos:** Si el clasto presenta líticos describirlos, y si se puede se identifica su naturaleza y composición.
 - 1.4. **Evidencia de alteración:** si el clasto presenta algún tipo de alteración.
 - 1.5. **Tamaño de los clastos:** se refiere al valor y rango de variación medida en milímetros del clasto.
 - 1.6. **Porcentaje del clasto,** se calcula en el menor objetivo que tenga el microscopio, procurando ver toda la sección. El porcentaje hallado se registra en el formato DL-F-008 Estudio Petrográfico/Petromineragráfico de brechas.
 - 2. **Matriz:** Si la roca presenta matriz, se debe realizar la descripción de los minerales constituyentes de acuerdo a lo indicado en los siguientes puntos:
 - 2.1. **Forma o hábito:** ejm: euédral, subédral, anédral, prismático, tabular, fibroso



ESTUDIOS PETROGRÁFICOS- PETROMINERAGRÁFICOS DE BRECHAS

- 2.2. **Características especiales** (ejm: aplanada, elongada, maclas, microfracturas, entre otros).
- 2.3. **Evidencia de alteración:** impregnación por la alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, etc.
- 2.4. **Porcentaje del mineral,** se calcula en el menor objetivo que tenga el microscopio, procurando ver toda la sección. El porcentaje hallado se registra en el formato DL-F-008 Estudio Petrográfico/Petrominerográfico de brechas.

3. **Secundarios:** Si la roca presenta alteración identificar el mineral de alteración y describirlo de acuerdo a lo indicado en los siguientes puntos:

- 3.1. **Forma o hábito:** ejm: euhedral, subhedral, fibroso.
- 3.2. **Ocurrencia de la alteración:** si la alteración se presenta en los clastos o en la matriz.
- 3.3. **Porcentaje,** que ocupa en la sección delgada.

6.3.3. Textura principal de la brecha.

6.3.4. Grado de alteración: Se enumeran las alteraciones presentes en la roca y se marca con una "X" la intensidad de la alteración de acuerdo al porcentaje de los minerales secundarios según formato DL-F-008 Estudio Petrográfico/Petrominerográficos de Brechas.

6.3.5. Fotomicrografías: La adquisición de fotomicrografías a través del software LAS (Leica Application Suite), provee resoluciones muy altas, para lo cual el tamaño estándar para insertarlas en el formato DL-F-008 será en 10.8 cm en altura medido en la versión digital del mismo. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:

1. Se identifican los minerales presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.14)

NOTA: Los minerales secundarios se colocarán entre paréntesis.

2. Se describe de modo general los clastos y la matriz de la brecha, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.

Opcionalmente si la muestra lo requiere se tomarán fotomicrografías adicionales que representen aquellos detalles que no son observados en la fotomicrografía general. Las fotomicrografías adicionales tendrán un tamaño de 5.3 cm medido en la versión digital del formato DL-F-008 Estudio Petrográfico/Petrominerográficos de Brechas.

6.3.6. Estudios Adicionales: Se colocarán aquellos estudios que se le realizan adicionalmente a la muestra.

6.3.7. Comentarios y/ u observaciones: Si se encuentran características no detalladas en la descripción macroscópica y/o microscópica. Asimismo, sugerencias indicando al usuario el requerimiento de estudios adicionales.

6.4. CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA

Sobre la base de los datos generados de las descripciones macroscópicas y microscópicas relacionadas a la composición de los clastos y matriz, se le asignará una clasificación petrográfica a la brecha.

En ocasiones la descripción petrográfica provee datos insuficientes para asignar una clasificación de la brecha, solo se le denominará brecha.



7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 1 día por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos

9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10. REGISTROS

10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

10.2. DL-F-008: Estudio Petrográfico/Petromineragráficos de Brechas

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

11.1. **Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.

11.2. **Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.

11.3. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño.


11.4. **Esteriomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.

11.5. **Microscopio de Polarización:** Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y descripción de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.

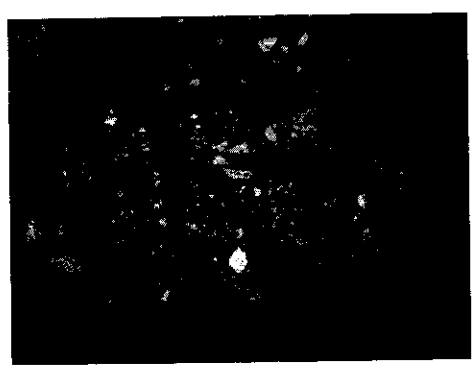
11.6. **Sección delgada:** Una sección delgada es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene $0,030 \pm 0,005$ mm, y normalmente protegido con un cubreobjetos. La sección delgada normalmente mide 52mm x 26mm, pero en el caso de rocas de grano más grande o brechas con clastos grandes, se usarán dimensiones más grandes (ejm. 75mm x 50mm) o pueden ser preparadas varias secciones de dimensiones normales.

11.7. **Sección delgada pulida:** Una sección delgada pulida es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene $0,030 \pm 0,005$ mm, y a diferencia de una delgada no lleva un cubreobjetos, por lo que la superficie será pulida al igual que en una sección pulida. Las dimensiones de la sección delgada pulida es igual al de la sección delgada.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-020 Versión : 03 Fecha aprob.: 13/05/2016
	ESTUDIOS PETROGRÁFICOS- PETROMINERAGRÁFICOS DE BRECHAS	Página : 6 de 6


11.8. **Brecha:** Roca constituida por fragmentos líticos o clastos que se mantienen ligados por una matriz.



12. **ANEXOS**
No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	--



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-021 Versión : 02 Fecha aprob.: 13/05/2016
	ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO	Página : 1 de 6

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar estudios mineralógicos de material suelto que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año.

2. ALCANCE

El presente instructivo especifica los métodos para realizar el estudio mineralógico de materiales sueltos no tamizados o pasados por malla.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y secciones delgadas y/o pulidas hasta el correcto llenado y entrega del formato de Estudio Mineralógico de Material Suelto: DL-F-009.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Howel Williams; Francis J. Turner; Charles M. Gilbert .Petrografía. Cuarta Edición.
- 3.2. A. Castro Dorado (1989), Petrografía Básica – Texturas, Clasificación y Nomenclatura de rocas.
- 3.3. Melgarejo, Joan Carles. Atlas de asociaciones minerales de lámina delgada. Edición 2003.
- 3.4. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.5. Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía.
- 3.6. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1 Las secciones delgadas deben tener un espesor **aproximado** de 30µm, de acuerdo a lo indicado en el instructivo DL-I-002.
- 4.2 Las secciones pulidas deben estar preparadas de acuerdo a lo indicado en el instructivo DL-I-003.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional Especialista en Estudios Petromineralógicos encargado de hacer el estudio petrográfico entrega el formato de Estudio Mineralógico de Material Suelto: DL-F-009 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de elaborar y entregar el informe de estudios petrográficos a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El estudio mineralógico de material suelto, comprende el análisis de la muestra a partir de la representación de los granos libres y mixtos y la toma de fotomicrografías. Para la representación de los granos libres y mixtos, se utiliza un microscopio de polarización y las secciones delgadas o pulidas de la muestra, mediante los cuales se identifican los minerales que se encuentran libres y lo mixtos.



ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO

Para la realización del estudio mineralógico de material suelto se requiere la siguiente instrumentación:

- ❖ Lupa o estereomicroscopio
- ❖ Microscopio Petrográfico

6.1. Para el correcto llenado del formato de Estudio Mineralógico de Material Suelto: DL-F-009, se anotará primero el Número de muestra original de la roca, cuadrángulo y la ubicación de la muestra (coordenadas, zona). Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160.

Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el estudio mineralógico de material suelto, seguido por su firma y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.

6.2. RECOPIACIÓN DE DATOS

La recopilación de datos es la parte más importante del estudio mineralógico, ya que permitirá realizar el análisis de la muestra.

Esta recopilación de datos utiliza la Tabla N°1: Recopilación de datos para Estudio Mineralógico de Material Suelto, que se encuentra en el Anexo N°1.

Para el llenado de la tabla seguir los siguientes ítems:

- 1. Minerales Libres:** En esta columna se debe escribir los minerales que se encuentran solos o libres identificados a partir del microscopio de polarización.
- 2. Minerales mixtos:** se escriben los minerales que se encuentran asociados con otros minerales, que presentan amarre o intercrecimientos con otras especies minerales.
- 3. Tamaño:** si la muestra se presenta uniforme con respecto al tamaño, se colocará un tamaño promedio del mineral. En otro caso si la muestra presenta variedades de tamaños se colocara el rango de los tamaños, o también se escoge el mineral que tenga el tamaño más grande y se coloca el signo menor igual.
- 4. Porcentaje:** para el cálculo del porcentaje se debe tener en cuenta la diferencia entre los tamaños del material suelto, si la diferencia es mínima, se puede tomar 6 campos de manera aleatoria y sacar un porcentaje promedio. Sin embargo, si la diferencia es considerable, se puede tomar más campos para que el porcentaje sea lo más exacto posible. El especialista en estudio mineralógico de material suelto será el que defina el criterio para el cálculo del porcentaje.
- 5. Total Porcentaje:** es el promedio de porcentaje obtenido a partir de los campos tomados.


6.3. REPRESENTACIÓN DE LOS GRANOS LIBRES Y MIXTOS

A partir de la Tabla N°1, se llenan los campos de la Tabla N° 2: Representación de los granos libres y mixtos, que se incorporará en el formato de Estudio Mineralógico de Material Suelto: DL-F-009. Ver Anexo N°2.

Los campos de minerales libres, mixtos, tamaño y porcentaje total se mantienen. En la tabla N°2, se añaden tres campos adicionales: composición química, abreviatura e intercrecimientos, los cuales serán detallados a continuación:

- 1. Composición química:** indicar la composición química a partir de la especie mineral.
- 2. Abreviatura:** según la tabla de abreviaturas. Ver 3.5
- 3. Intercrecimientos:** se detallan los intercrecimientos de acuerdo a la Fig. 1, que se encuentra en el formato de Estudio Mineralógico de Material Suelto: DL-F-009,



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-021 Versión : 02 Fecha aprob.: 13/05/2016
	ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO	Página : 3 de 6

y en el anexo N° 3 del presente instructivo. Para colocar el código del intercrecimiento se coloca primero el tipo de amarre o intercrecimiento ubicado en la primera columna, seguido por la forma como se encuentra ubicado en la primera fila. Ejm. 1a(III), 2a(IV).

6.4. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

Se detalla de forma narrativa el resumen obtenido de la representación de los granos libres y mixtos, indicando los porcentajes.

6.5. AMARRES O INTERCRECIMIENTOS ENTRE ESPECIES MINERALES

Se adjunta la figura N° 1, indicado en el anexo N° 3.

6.6. FOTOMICROGRAFÍAS

Se procede a tomar las fotomicrografías, ya sea en luz transmitida o reflejada. La adquisición de fotomicrografías provee resoluciones muy altas, para lo cual la resolución estándar para insertarlas en formato de Estudios Mineralógico de Material Suelto: DL-F-009 es 900x700 píxeles. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:

1. Se identifican los minerales e inclusiones de fluidos presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.5)
2. Se describe de modo general los minerales e inclusiones de fluidos presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.
3. Colocar en cada fotomicrografía la luz en la cual fue tomada (Luz Transmitida: LT o Luz Reflejada: LR)

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 1 día por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

- 9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10. REGISTROS

- 10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
- 10.2. DL-F-231: Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 11.1. **Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.
- 11.2. **Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.



- 11.3. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño.
- 11.4. **Galleta de roca:** Es parte de la muestra de roca que ha sido cortada en forma de una galleta.
- 11.5. **Estereomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.
- 11.6. **Microscopio de Polarización:** Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y descripción de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.
- 11.7. **Sección delgada:** Una sección delgada es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene $0,030 \pm 0,005$ mm, y normalmente protegido con un cubreobjetos. La sección delgada normalmente mide 52mm x 26mm, pero en el caso de rocas de grano más grande, se usarán dimensiones más grandes (ejm. 75mm x 50mm) o pueden ser preparadas varias secciones de dimensiones normales.

12. ANEXO

12.1 ANEXO N° 1: TABLA N°1: RECOPIACIÓN DE DATOS PARA ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO.

MINERALES LIBRES	TAMAÑO (mm)	PORCENTAJE (%)						TOTAL PORCENTAJE (%)
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	
MINERALES MIXTOS								

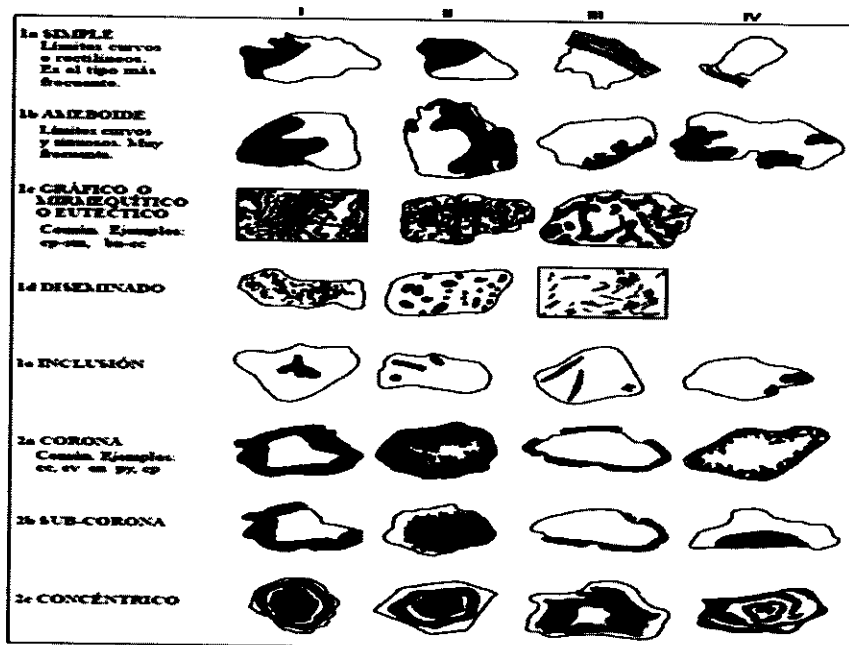


12.2 ANEXO N° 2: TABLA N°2: REPRESENTACIÓN DE LOS GRANOS LIBRES Y MIXTOS
























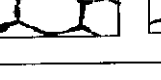

MINERALES LIBRES	TAMAÑOS (mm)	PORCENTAJE (%)	COMPOSICIÓN QUÍMICA	ABREVIATURA

MINERALES MIXTOS	PORCENTAJE (%)	INTERCRECIMIENTOS

12.3 ANEXO N° 3: FIGURA N°1: AMARRES O INTERCRECIMIENTOS ENTRE ESPECIES MINERALES

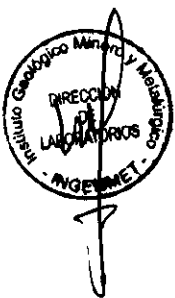



ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO

	I	II	III	IV
2a COLOFORME				
3a SANDWICH Común. Ejemplos: cp en py, mb en py, cubanita en cp, il en mt.				
3b ESTRATIFICADO O LAMELAR Poco común. Ejemplos: po-pnt, il-mt.				
3c RETICULAR Poco común. Ejemplos: il en mt, bn en cp, cubanita en cp.				
3d VETEADO				
4a BORDE COMPUESTO				
4b COMPENETRACIÓN				
4c INTERSTICIAL				

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-022 Versión : 03 Fecha aprob.: 17/05/2016
	ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES	Página : 1 de 5

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar los análisis de espectros de minerales que permitan contribuir y asegurar que la información proporcionada sea aplicable al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año. Existen diversos tipos de espectrómetros capaces de medir variaciones espectrales a diferentes rangos de longitud de onda, siendo el utilizado en el laboratorio de Petromineralogía el TERRASPEC.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para realizar un adecuado análisis de espectros de minerales mediante el equipo Terraspec.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano o galletas de rocas hasta el correcto llenado y entrega del formato de Análisis de Espectros de Minerales: DL-F-010.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Manual de espectroscopia de reflectancia aplicada, publicación de SPECTRAL INTERNATIONAL, INC. Versión 4.0
- 3.2. Biblioteca del software SPECMIN-PRO Versión 3.1
- 3.3. Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232
- 3.4. Tabla de Colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.5. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1 La muestra que se requiere debe ser una muestra de mano, cuyas dimensiones preferibles sean de 12 x 10 x 5 cm.

Se sugiere que el usuario señale el área de interés donde requiera el estudio e indicar el objetivo del mismo, preferentemente acompañado de la descripción y ocurrencia de la muestra en campo, para orientar el análisis de espectro de minerales. La descripción de campo no será incluida en el informe.


Dependiendo del objetivo de la medición, se debe considerar también una superficie fresca, a menos de que la superficie de meteorización sea realmente el objetivo de la medición.

Se recomienda que la muestra no sea expuesta directamente a los líquidos como agua, aceites o disolventes orgánicos.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional Especialista encargado del análisis de espectros de minerales hace entrega del formato con los resultados del análisis de los espectros de minerales: DL-F-010 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la caratula y la introducción.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-022 Versión : 03 Fecha aprob.: 17/05/2016
	ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES	Página : 2 de 5

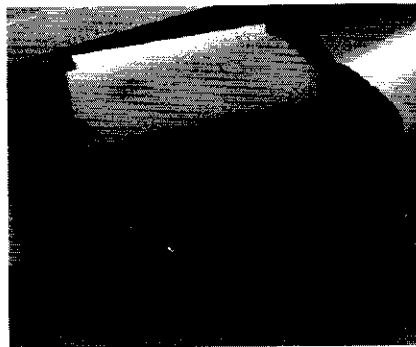
5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final con los resultados de análisis de espectros de minerales a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

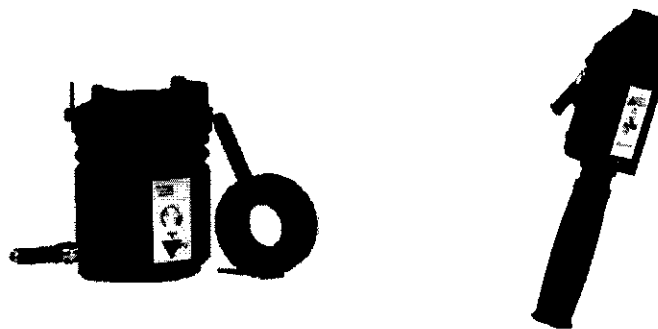
El análisis de espectros de minerales comprende desde descripción de las características de la muestra y análisis de espectros de minerales indicando los campos analizados con los respectivos minerales hallados.

Para la realización del análisis de espectros se requiere la siguiente instrumentación:

- ❖ Equipo espectrómetro Terraspec Hi-Res o Examiner



- ❖ Lector de laboratorio y/o lector de contacto



Hi-Brite Muglight y lector de contacto

- ❖ **Software** de adquisición espectral RS3™, compatibilidad con el espectral Geólogo y SpecMin, ASD ViewSpec™ Pro para el procesamiento posterior.

6.1. Para el correcto llenado del formato de resultados de análisis de espectros de minerales: DL-F-010, se anotará primero el código de la muestra seguido por los datos generales de la muestra, cuadrángulo sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. y la ubicación de la muestra (coordenadas, zona). Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160 Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.



Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el análisis de espectros de minerales y se procede a realizar el estudio. La firma del profesional especialista se ubica al término de los estudios cuando estén impresos.

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:

Consiste en la breve descripción de la muestra de campo a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa.

- 6.2.1. Compacidad (ej. Compacto, semicompacto, no compacto)
- 6.2.2. El color general o el rango de colores de la muestra de mano. El color puede estimarse utilizando la tabla de colores referenciales. Ver 3.4 Tabla de Colores.
- 6.2.3. Tamaño del grano (si es relevante). Para esta clasificación se utilizan los siguientes rangos: Muy grueso (> 10mm), Grueso (4mm – 10mm), Medio (1mm – 4mm), Fino (< 1mm).
- 6.2.4. Composición mineralógica, se describe a grandes rasgos (forma, alteración) las características de los minerales presentes en la muestra.
- 6.2.5. Evidencia de meteorización o alteración: teñido por alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, alteración de feldespatos, entre otros. (Si es relevante)
- 6.2.6. Fotografía de la muestra, la cual deberá mostrar las áreas seleccionados para las respectivas lecturas. La altura máxima de la fotografía será de 6 cm medido en la versión digital del formato DL-F-010 Análisis de espectros de minerales.

6.3. NUMERO DE CAMPOS ANALIZADOS

Este ítem comprende la cantidad de campos seleccionados para proseguir con la lectura y conseguir un buen espectro, tomando en cuenta las características de la muestra como la configuración de la superficie, campo visual, granulometría, así como la transparencia y orientación de la muestra.

6.4. CAMPOS

Esta sección se divide en 2 partes:

- 6.4.1 La primera parte reportará el o los minerales encontrados con sus respectivas fórmulas químicas, a partir del análisis con la biblioteca del SPECMIN, asimismo estará acompañado de un porcentaje cualitativo de acuerdo a lo observado en el espectro.
- 6.4.2 La segunda parte corresponde a la imagen del espectro de la muestra, obtenido a partir de las lecturas realizadas con el software RS3™ y debidamente corregidas mediante el programa ViewSpec™ Pro.


6.5. GRADO DE ALTERACIÓN

Se enumeran las alteraciones presentes en la roca y se marca con una "X" la intensidad de la alteración.

6.6. ESTUDIOS ADICIONALES

Se colocarán aquellos estudios que se le realizan adicionalmente a la muestra.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-022 Versión : 03 Fecha aprob.: 17/05/2016
	ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES	Página : 4 de 5

6.7. COMENTARIOS / OBSERVACIONES

Si se encuentran características no detalladas en la descripción macroscópica y/o microscópica. Asimismo, sugerencias indicando al usuario el requerimiento de estudios adicionales.

7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 2 muestras por día.

9. DIAGRAMACIÓN

- 9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET


10. REGISTROS

- 10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
- 10.2. DL-F-010: Análisis de espectros de minerales

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 11.1. **Terraspec:** Equipo diseñado específicamente para el análisis de rocas y minerales de alteración, ya que permite analizar la mineralogía de las muestras de mano, afloramientos, testigos de perforación, chips, así como muestras de polvos, sedimentos, entre otros. Ya que dispone de una fuente de luz interna que incide sobre la muestra, lo que permite obtener datos de excelente calidad ya sea en campo o laboratorio.
- 11.2. **Hi-Brite Muglight (lector de laboratorio):** Diseñado para el análisis de muestras que requieren medidas de reflectancia y de absorbancia de los minerales y algunas aplicaciones de material inorgánico que requieren una luz de mayor intensidad.
- 11.3. **Lector de contacto:** Accesorio que sirve para las mediciones de contacto de muestras sólidas, tales como minerales, granos, otros materiales granulares.
- 11.4. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño. Ver ANEXO N° 1: Requisitos mínimos de la muestra para el Análisis Mineralógico
- 11.5. **Espectro de absorción:** Característica de los materiales de absorber la luz de acuerdo a su posición y orientación.




	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-022 Versión : 03 Fecha aprob.: 17/05/2016
	ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES	Página : 5 de 5

12. ANEXOS

No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-023 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	Página : 1 de 9

1. FINALIDAD

Identificar minerales libres, asociados y sus intercrecimientos, para cuantificar el porcentaje en peso, porcentaje areal y grado de liberación, mediante el la técnica de conteo de granos realizada en un Microscopio de polarización de Luz Reflejada y/o Transmitida.

2. ALCANCE

El presente instructivo especifica los métodos para hacer el Análisis Mineralógico de Grado de Liberación. Se debe considerar que se aplica en muestras no fragmentados de afloramientos mineros, testigos de perforación diamantina y en fracciones granulométricas de mallas variables de muestras de productos metalúrgicos de planta. Incluye la determinación de otras especies minerales presentes, tipos de enlaces menas/menas y menas/gangas, fotomicrografías de aspectos resaltantes, informe respectivo. Cabe resaltar que algunos tipos de análisis requieren de métodos adicionales como análisis químico y físico, estos métodos no serán descritos en este instructivo.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las secciones pulidas de concentrados o relaves hasta la entrega del informe de Análisis Mineralógico correctamente llenado en el formato de Análisis Mineralógico de Grado de Liberación: DL-F-011.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR /BASE LEGAL

- 3.1. W. Uytendogaardt. Tables for microscopic identification of ore minerals.
- 3.2. Paul Ramdhor. The ore minerals and their intergrowths.
- 3.3. P. Picot Johan Z., Atlas of ore Minerals. }
- 3.4. ***Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.***

4. REQUISITOS


Para el tratamiento de una muestra que sale de mina, se debe fragmentar y luego separar por medio de tamices a efectos de obtener una serie de fracciones granulométricas. Para tal caso la muestra es usualmente chancada al 100% dando una granulometría menor a 1/2" y el material que pasa es clasificado utilizando malla 20, 48, 65, 100, 150, 270 y 400.

Para estudios destinados a otros procesos de concentración, la muestra es generalmente chancada al 100% dando una granulometría menor a malla 20 y luego se tamiza utilizando malla 48, 100, 150, 270 y 400. En el caso de estudios relacionados con equipos o plantas en operación, lógicamente la muestra ya está fragmentada (normalmente molida) y solo hay que clasificarla granulométricamente mediante tamices: el número de tamices y las mallas a utilizar, varían en cada caso

Preparación de sección delgada o pulida.

De cada fracción granulométrica obtenida (cuyo porcentaje con respecto del peso total de la muestra ha sido oportunamente establecida) debe confeccionarse la sección delgada o pulida correspondiente para el estudio microscópico.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-023 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	Página : 2 de 9

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional Especialista en Análisis Mineralógico de grado de liberación encargado de hacer el análisis entrega el formato de Análisis Mineralógico de grado de liberación: DL-F-011 debidamente llenado, al responsable del Laboratorio de Petromineralogía.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio de Petromineralogía, se encarga de elaborar y entregar el informe de estudios petrográficos a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El análisis mineralógico de grado de liberación, consiste en el conteo de granos a través del microscopio de polarización, para lo cual primero se recopila los datos en la tabla de conteo de granos ver ANEXO N° 01, se diferencia las partículas libres y mixtas así como sus amares, con estos datos se procede a llenar la hoja de calculo Tabla AMGL. Xlxs., con el cual se calcula el porcentaje areal, volumen en peso de cada mineral, libre y mixto, y grado de liberación. Luego con estos resultados se realiza el llenado del formato de Análisis Mineralógico de grado de Liberación DL-F-011, empezando con el Análisis general de la muestra que consiste en descripción de la muestra y los gráficos de intercrecimientos y asociaciones, descripción mineralógica, gráficos de resultados del grado de liberación de los minerales presentes y porcentaje en peso total. Finalmente se adjunta la Tabla AMGL. Xlxs: análisis mineralógico, fotomicrografías, recomendaciones y observaciones.


Para la realización el Análisis Mineralógico de grado de liberación se requiere la siguiente instrumentación:

- ❖ Microscopio Petrográfico
- ❖ Carrito móvil
- ❖ Contador de puntos (opcional)

- 6.1. Para que el estudio microscópico resulte verdaderamente útil, la condición previa, indispensable es definir exactamente la naturaleza del problema. De acuerdo a esta se orientará adecuadamente la metodología a seguir.
- Asimismo, cabe resaltar que la determinación del grado de liberación no solo es útil para investigaciones en un diseño previo de un proceso de tratamiento metalúrgico, evaluar el equipo de molienda y clasificación, o para incrementar la eficiencia de planta en operación, sino en general, se aplica para todo estudio microscópico cuantitativo de muestras minerales fragmentadas, que incluyan el grado de liberación. Adicionalmente para efectos de cálculo del grado de liberación, se registra el área correspondiente a cada mineral, dado que se considera a todos los granos equigranulares similar e igual a 100% y de igual manera se fija a los granos como área mínima registrable en 5%.

Para el cálculo del porcentaje de abundancia, estos se calculan a partir de los datos de la hoja de registro, donde se calcula para cada especie mineral y para cada tipo de amarre.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-023 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	Página : 3 de 9

El tamaño de grano de los minerales es una magnitud importante para la mineralogía de procesos y es usual efectuar su medición desde dos perspectivas bien diferenciadas.

- a) Ensamblajes mineralógicos originales, para predecir la posibilidad de liberación y los tamaños óptimos de molienda requeridos.
- b) Ensamblajes mineralógicos triturados, para evaluar la eficiencia de las operaciones de liberación, efectuadas y proponer las correcciones requeridas.

6.2. RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

Para realizar el estudio se debe tomar las siguientes recomendaciones:

- ❖ Hacer un barrido de toda la sección para ver la homogeneidad o variabilidad, esto para planificar la cantidad de campos a considerar.
- ❖ Las secciones deberán estar identificadas mediante el tipo de material que las contiene de cabeza, concentrado, relave o arenas.
- ❖ Para la selección del objetivo, usar el que nos proporcione veinte partículas aproximadamente en el campo de visión.
- ❖ Para el caso de registros cuantitativos, es conveniente establecer un límite mínimo del área ocupada por cada una de las especies minerales, a efecto de distinguir entre partículas libres y mixtas, tomando en cuenta razones prácticas de velocidad de trabajo, se ha fijado en 5% el mínimo de área que debe ocupar una especie mineral para ser considerada como participante en una partícula mixta.
- ❖ Entonces si una especie mineral constituye más de 95% del área de un grano, dicho grano se considera libre.
- ❖ Para especies minerales constituyan menos del 5% solo se registra cualitativamente y en tablas de resultados, registradas como trazas.

6.2.1. Conteo de granos, para esto se utiliza la Tabla de conteo de granos, ver ANEXO N° 01 el cual será llenado tomando las siguientes parámetros:


- ❖ El conteo se realizará tomando una malla de veinte campos aproximadamente
- ❖ Cada campo de visión debe contener veinte granos aproximadamente.
- ❖ Los espaciamientos deben ser constantes en sentido horizontal y vertical.
- ❖ Se registra el tipo y características de las partículas estas son clasificadas en partículas libres (monominerales) y mixtas (poliminerales). Así como, sus intercrecimientos según el ANEXO N°2.
- ❖ Para las partículas mixtas, se coloca el porcentaje de cada mineral.

6.2.2. Análisis Mineralógico de grado de liberación, con los datos obtenidos en la tabla de conteo, se llena la hoja de cálculo Tabla AMGL.xlsx:

Para el llenado de la hoja de cálculo se debe tomar en cuenta:

- a. Para granos libres, se coloca el nombre del mineral.
- b. Para granos mixtos, en este caso se representa por sus abreviaturas separados por barras
- c. # granos, son los totales obtenidos en la tabla de conteo de granos, tanto los granos libres y mixtos.
- d. # partículas x P.E., se tiene dos casos:



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-023 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	Página : 4 de 9

- ❖ Los granos libres se calculan multiplicando el P.E. (Peso Especifico) por el # de granos.
- ❖ Los granos mixtos se calculan mediante la suma, de los productos del P.E. con su porcentaje y cantidad de granos de cada mineral.
- ❖ % Areal, se calcula multiplicando el # granos con el P.E. de cada mineral o amarre, multiplicado por 100 y dividido con la suma del total # granos por P.E.
- ❖ El grado de liberación (%), se calcula dividiendo el % Areal y % Volumen en peso, y este multiplicado por 100, de cada mineral.

La Tabla AMGL.xlsx se encuentra guardada en la siguiente ruta:
H:\Lab_Petromineralogia\DOCUMENTACIÓN ISO\TABLAS

Para el correcto llenado del formato de Análisis de Mineralógico de grado de liberación: DL-F-011, se anotará primero el Número de muestra original de la roca, cuadrángulo y la ubicación de la muestra (coordenadas, zona). Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160.

Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza el análisis mineralógico y se procede a realizar estudio. La firma del profesional especialista se coloca al término de los estudios cuando estén impresos.

6.3. ANÁLISIS GENERAL DE LA MUESTRA.

6.3.1. Descripción de la muestra, comprende un resumen del análisis mineralógico de manera narrativa y contiene los siguientes ítems:

1. Minerales libres, son los principales minerales económicos que se encuentran en la muestra, con su porcentaje areal y grado de liberación.
2. Los intercrecimientos económicos más importantes, estos ordenados de acuerdo a su importancia económica, acompañados con sus porcentaje areal y grado de liberación.

6.3.2. Gráfica de intercrecimientos y asociaciones, son histogramas tipo "pastel" de todo los intercrecimientos y asociaciones de la muestra.

6.4. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA

Es la descripción microscópica de los principales minerales y comprende:

6.4.1. Mineral, se nombra los principales minerales económicos.

6.4.2. Ocurrencia, se incluirán en la descripción microscópica de forma narrativa y debe contener los siguientes ítems.

1. Porcentaje en peso del mineral.
2. Porcentaje de granos libre.
3. Porcentajes de intercrecimiento.
4. Grado de liberación.
5. Observaciones o comentarios.

NOTA: Si se tiene minerales que fueron cuantificados porque representa menos del 5% de una partícula, y el especialista considera que es importante, serán descritas en este punto.



6.5. GRÁFICOS DE RESULTADOS

- 6.5.1.** Grado de liberación, es un gráfico de barras que representa de los grados de liberación de los minerales presentes, se realiza en Excel u otro programa similar
- 6.5.2.** Porcentaje en peso total, es un gráfico de barras que representa el porcentaje en peso total (tantos de granos libres y mixtas) de los minerales presentes en la muestra.

6.6. ANÁLISIS MINERALÓGICO

Se reporta el cuadro final de hoja de cálculo AMGL.xlsx. la cual debe estar correctamente llenado.

6.7. FOTOMICROGRAFÍAS

Se colocara cuatro fotomicrografías como mínimo, para la su adquisición será a través del software LAS V4.1, provee resoluciones muy altas, para lo cual la resolución estándar para insertarlas en formato de Análisis Mineralógico de Grado de Liberación: DL-F-011 es 800x500 píxeles. Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:

- 6.7.1.** Se identifican los minerales presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.7)

NOTA: Los minerales secundarios se colocarán entre paréntesis.

- 6.7.2.** Se describe de modo general los minerales presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.

6.8. COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

Si se encuentran características no detalladas en la descripción macroscópica y/o microscópica. Asimismo, recomendaciones para el usuario para optimizar sus procesos o requerimiento de estudios adicionales.

7 INSTRUCCIONES

No aplica

8 DURACIÓN

La duración del estudio varía entre 1 a 2 días, esta dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra.


9 DIAGRAMACIÓN

- 9.1.** DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.2.** DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10 REGISTROS

- 10.1.** DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
- 10.2.** DL-F-011: Análisis Mineralógico de Grado de Liberación.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-023 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	Página : 6 de 9

11 GLOSARIO DE TÉRMINOS














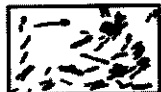
















- 11.1. **Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.
- 11.2. **Microscopio de Polarización:** Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y descripción de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.
- 11.3. **Análisis Mineralógico:** Es una técnica dedicada a la obtención de datos mineralógicos necesarios para la evaluación y aprovechamiento de los minerales metálicos, mediante su identificación y conocimiento detallado de sus propiedades físicas y químicas, cuya asistencia es de vital importancia en las diferentes etapas de desarrollo de un proyecto minero.
- 11.4. **Sección pulida:** Una sección pulida es una porción de roca mineralizada puesto en una briqueta circular de 40 mm de diámetro aproximadamente, las dimensiones pueden variar de acuerdo al estudio. Las secciones pulidas y delgadas pulidas tienen un lado pulido con suspensiones de diamante (6 μ m, 3 μ m, 1 μ m y 1/4 μ m). Asimismo, se puede realizar secciones pulidas de concentrados, relave, etc.
- 11.5. **Sección delgada:** Una sección delgada es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene 0,030 \pm 0,005 mm, y normalmente protegido con un cubreobjetos. La sección delgada normalmente mide 52mm x 26mm, pero en el caso de rocas de grano más grande, se usarán dimensiones más grandes (ejm. 75mm x 50mm) o pueden ser preparadas varias secciones de dimensiones normales.
- 11.6. **Amarres:** Es el conjunto de relaciones espaciales intergranulares y de características morfológicas (tamaño y forma) de los componentes minerales.
- 11.7. **Grado de liberación:** Es una expresión cuantitativa de la magnitud en que la molienda es capaz de obtener partículas minerales "libres"; su determinación solo es posible mediante la utilización de estudios microscópicos, y dado que es un parámetro de importancia su determinación debe basarse en una metodología técnica y científicamente bien fundamentada.
- 11.8. **Molienda:** Acción de triturar material fragmentado o competente de rocas y minerales, especialmente en granos

12 ANEXOS

12.1. Anexo 1: TABLA DE CONTEO DE GRANOS

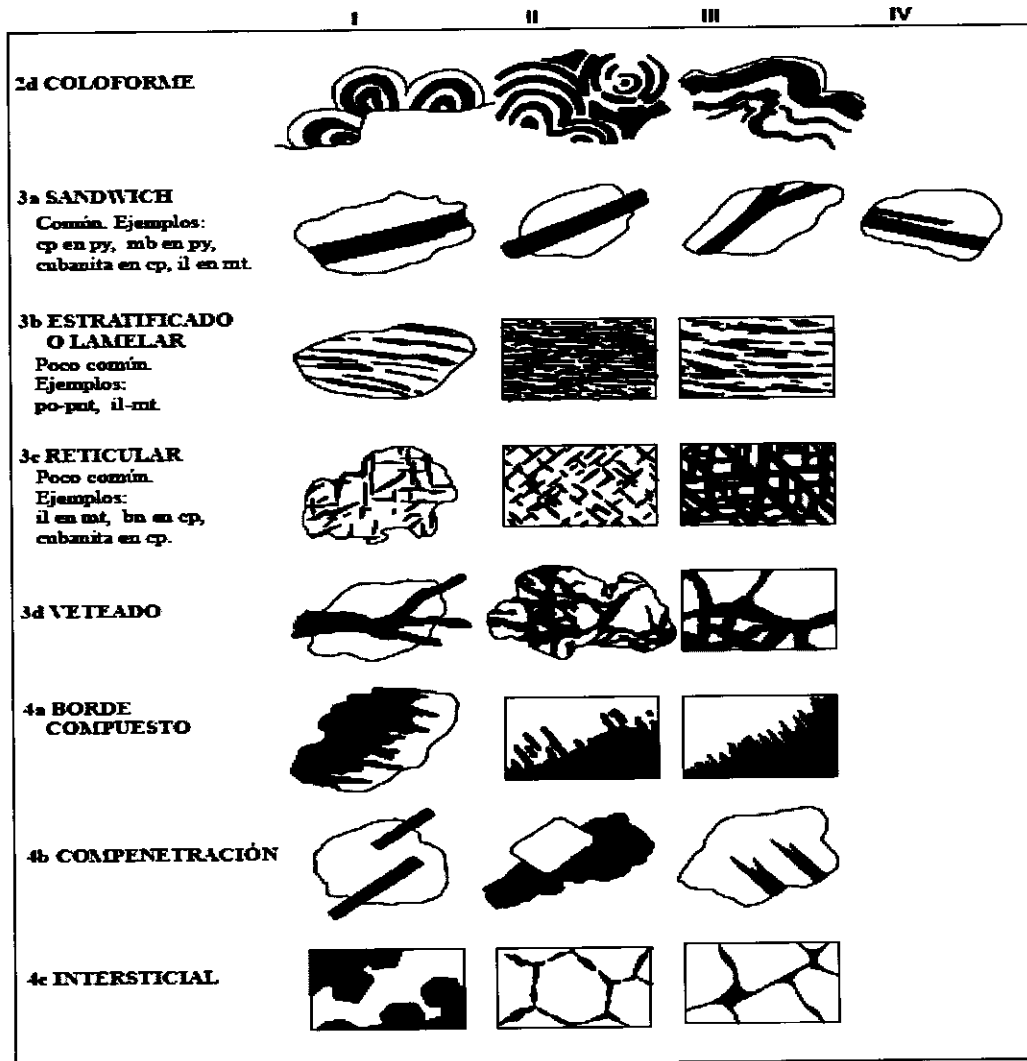


12.2 ANEXO N° 2: CUADRO DE INTERCRECIMIENTOS

	I	II	III	IV
1a SIMPLE Límites curvos o rectilíneos. Es el tipo más frecuente.				
1b AMEBOIDE Límites curvos y sinuosos. Muy frecuente.				
1c GRÁFICO O MIRMEQUITICO O EUTÉCTICO Común. Ejemplos: cp-stn, bn-cc				
1d DISEMINADO				
1e INCLUSIÓN				
2a CORONA Común. Ejemplos: cc, cv en py, cp				
2b SUB-CORONA				
2c CONCÉNTRICO				



Tipos geométricos de intercrecimientos entre minerales (Canchaya & Cardozo, 1977).




(Continuación). Tipos geométricos de intercrecimientos entre minerales (Canchaya & Cardozo, 1977).

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-024
	FUNCIONAMIENTO Y USO DE MUFLA ELECTRICA THERMOSCIENTIFIC-F6000	Versión : 02 Fecha aprob: 16/05/2016 Página : 1 de 3

1. Finalidad

Conocer el modo operativo de la mufla eléctrica, que se encuentra instalado en el área físico- química del Laboratorio de Química Analítica.

2. Alcance

- 2.1 El presente instructivo se aplica a la Mufla eléctrica Thermo SCIENTIFIC - F6000 (Ver Fig. 1 en Anexos)
- 2.2 Para la realización de ensayos por pérdida por calcinación (LOI) requeridas para el balance de materia orgánica en los análisis de roca total y/o la eliminación de materia orgánica presente en las muestras.

3. Documentos a Consultar / Base legal

- 3.1 Type F6000 Furnace OPERATION MANUAL AND PARTS LIST Series 1249.
- 3.2 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. Requisitos

- 4.1 Equipos de Protección Personal – EPP, como mandil, lentes de seguridad y respiradores

5. Responsabilidades

- 5.1. El Especialista encargado de los Ensayos por Pérdida por Calcinación (LOI), realiza los procesos de calcinado, y supervisa el funcionamiento y la operación de la Mufla eléctrica Thermo SCIENTIFIC -F6000.
- 5.2 Los especialistas y/o técnicos del Laboratorio Químico, están autorizados para operar y utilizarla Mufla eléctrica Thermo SCIENTIFIC - F6000.

6. Etapas del Instructivo

6.1 Instalación.


6.1.1 Ubicación

- 6.1.1.1 El equipo se encuentra ubicado en una superficie de trabajo nivelada y con espacio suficiente para facilitar su manejo. Se recomienda utilizar en un entorno sin corrientes excesivas de aire y vibraciones.

6.1.2 Conexión a la red

- 6.1.2.1 Antes de conectar, asegúrese de ver las especificaciones eléctricas en la placa que se encuentran ubicado en la parte posterior del equipo.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-024 Versión : 02 Fecha aprob: 16/05/2016
	FUNCIONAMIENTO Y USO DE MUFLA ELECTRICA THERMOSCIENTIFIC-F6000	Página : 2 de 3

6.1.2.2 Conectar el equipo a cualquier fuente de poder disponible, sin necesidad de tomar medidas de seguridad especiales, pero asegúrese que el interruptor del equipo se encuentre en la posición de apagado.

6.2 Operación

6.2.1 Antes de operar el equipo, se recomienda leer cuidadosamente el manual para ajustar de manera específica para su aplicación.

6.2.1.1 Para encender la mufla, presionar tecla (On / Off).

6.2.1.2 Luego, insertar crisoles cargados con muestra. Ubicar crisoles en la parte central del compartimento (para una distribución uniforme de calor)

6.2.1.3 Cerrar compartimento. (El interruptor de seguridad, permitirá que el equipo permanezca apagado cuando la puerta este abierta)

6.2.1.4 Programar parámetros de tiempo y temperatura. Se indican los parámetros en el panel de control ubicado en la parte frontal del equipo.

6.2.1.5 Una vez finalizado el ensayo, apagar la Mufla presionando la tecla (On / Off).

6.3 Cuidados y limpieza

6.3.1 Mantener el compartimento del equipo libre de materiales extraños.

6.3.2 Mantener limpio la superficie del equipo, si es necesario, utilizar un trapo humedecido con un detergente suave.

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACION.

No aplica.

10. REGISTROS.

No aplica.


11. GLOSARIO DE TERMINOS.

11.1 **Mufla**, es una cámara cerrada construida con materiales refractarios. Se compone de una puerta por la que se accede al interior de la cámara de cocción, en la que existe un pequeño orificio de observación. En el techo del horno se ubica un agujero por donde salen los gases de la cámara. Las paredes del horno mufla están hechas de placas de materiales térmicos y aislantes.

Este horno es utilizado cuando se requiere alcanzar temperaturas mayores a 200 °C. Es necesario mencionar que dentro del horno de mufla solamente puede utilizarse materiales de laboratorio refractarios (Por ejemplo: Un crisol de porcelana), debido a las altas temperaturas que el horno puede alcanzar (1200 °C).

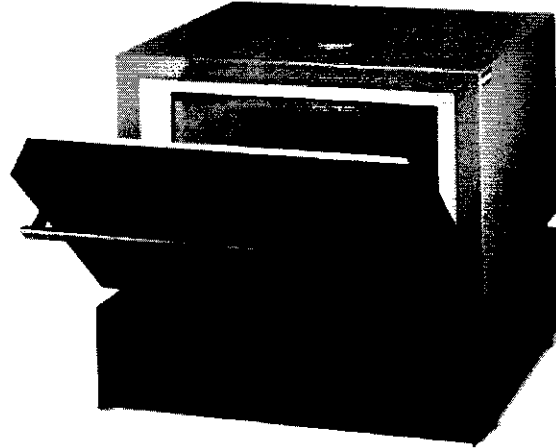
Existen dos tipos de hornos muflas, eléctricas y a combustible basadas en diferentes principios, pero ambas compuestas por un gabinete interno, gabinete externo, panel de control, contrapuerta y controladores de temperatura.



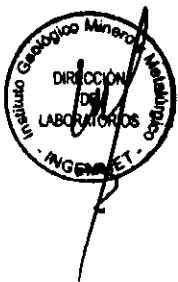
	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-024 Versión : 02 Fecha aprob: 16/05/2016
	FUNCIONAMIENTO Y USO DE MUFLA ELECTRICA THERMOSCIENTIFIC-F6000	Página : 3 de 3


12. Anexos

Anexo 1: Vista frontal de la Mufla eléctrica Thermo SCIENTIFIC - F6000



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-025 Versión : 02 Fecha aprob: 16/05/2016
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANCHA DE CALENTAMIENTO THERMOLYNE CON BLOQUE DE METAL	Página : 1 de 3

1. Finalidad

Conocer el modo operativo de la Plancha de calentamiento Thermolyne con bloque de metal, ubicado en el ambiente de preparación química de muestras del Laboratorio de Química Analítica.

2. Alcance

- 2.1 El presente instructivo se aplica a la Plancha de calentamiento Thermolyne con bloque de metal.(Ver Fig. 1 en Anexos)
- 2.2 Para la preparación de muestras en reactores cerrados a determinada temperatura y tiempo (establecidos en los métodos de ensayos).

3. Documentos a Consultar/ Base Legal

- 3.1 Operation Instruccions. Thermolyne - Hot plate.
- 3.2 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. Requisitos

- 4.1 Equipos de Protección Personal – EPP, como mandil, lentes de seguridad y respiradores

5. Responsabilidades

- 5.1 El Especialista responsable de la preparación química de muestras, es el encargado de supervisar el funcionamiento y la operación de la Plancha de calentamiento Thermolyne con bloque de metal.
- 5.2 Los especialistas y/o técnicos del Laboratorio Químico, están autorizados para operar y utilizarla Plancha de calentamiento Thermolyne con bloque de metal.

6. Etapas del Instructivo

6.1 Instalación.


6.1.1 Ubicación

- 6.1.1.1 Ubicar la plancha de calentamiento cerca de una campana con sistema de extracción de gases, sobre una superficie de trabajo nivelada y con espacio suficiente alrededor del instrumento para facilitar su operación.

6.1.2 Conexión a la red

- 6.1.2.1 Antes de conectar, asegúrese de ver las especificaciones eléctricas en la placa que se encuentran ubicado en la parte posterior del equipo.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-025 Versión : 02 Fecha aprob: 16/05/2016
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANCHA DE CALENTAMIENTO THERMOLYNE CON BLOQUE DE METAL	Página : 2 de 3

6.1.2.2 Conectar el equipo a cualquier fuente de poder disponible, sin necesidad de tomar medidas de seguridad especiales, pero asegúrese que el interruptor del equipo se encuentre en la posición de apagado.

6.2 Operación

6.2.1 Antes de operar el equipo, se recomienda que leer cuidadosamente el manual para ajustar de manera específica para su aplicación.

6.2.2 Para encender el equipo, presionar tecla (On / Off).

6.2.3 Para apagar, presionar tecla (On / Off).

6.2.4 Para regular temperatura. (de 0 – 300°C), girar en sentido a horario.

6.3 Cuidados y limpieza

6.3.1 Mantener limpia la superficie del equipo, si es necesario, utilizar un trapo humedecido con un detergente suave.

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACION.

No aplica.

10. REGISTROS.

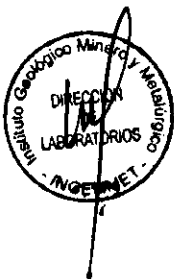
No aplica.


11. GLOSARIO DE TERMINOS.

No aplica

12. Anexos

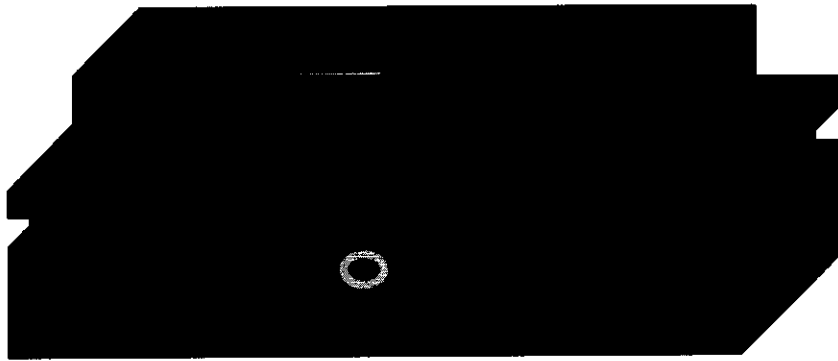
12.1 Anexo 1: Vista frontal de la Plancha de calentamiento Thermolyne con bloque de metal



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-025 Versión : 02 Fecha aprob: 16/05/2016
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANCHA DE CALENTAMIENTO THERMOLYNE CON BLOQUE DE METAL	Página : 3 de 3

ANEXO I

Fig. 1 Plancha de calentamiento Thermolyne con bloque de metal. Vista frontal



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	--



Prohibido reproducir sin la autorización del RD del INGEMMET

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar pruebas de fluorescencia en los minerales y así contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para la realización de la técnica de fluorescencia de minerales a través de una lámpara de luz ultravioleta. Se debe considerar que los minerales varían su capacidad de absorción de la luz ultravioleta a una determinada longitud de onda, clasificando minerales que presentan fluorescencia para rayos ultravioleta de longitud de onda corta y/o larga.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano hasta el correcto llenado y entrega del formato de Fluorescencia de Minerales: DL-F-012.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Basic Concepts in Fluorescence - Michael Davidson and others, Optical Microscopy Primer, Florida State University, accessed August, 2012.
- 3.2. <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/techniques/fluorescence/fluorescenceintro.html>
- 3.3. <http://www.geology.com/articles/fluorescent-minerals/>
- 3.4. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.5. Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía.
- 3.6. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1 El Profesional encargado de la realización de la técnica de Fluorescencia de Minerales debe contar con gafas o lentes de seguridad UV nominales.


5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional encargado de aplicar la prueba de fluorescencia, debe entregar el formato de Fluorescencia de Minerales: DL-F-012 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la carátula y la introducción.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de Fluorescencia de Minerales a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

La técnica de fluorescencia de minerales, comprende la descripción macroscópica de la muestra, la cual se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza, imán y porcelana.; si hay indicios de minerales fluorescentes se procede a utilizar una lámpara de luz ultravioleta, para finalmente determinar y clasificar los minerales que presentan



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-026 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	FLUORESCENCIA DE MINERALES	Página : 2 de 4

fluorescencia para rayos ultravioleta de longitud de onda corta (254nm), longitudes de onda largas (350-370 nm) y para ambos tipos de longitud de onda.

Para la realización de la técnica de Fluorescencia de Minerales se requiere la siguiente instrumentación:

- ❖ Lámpara de luz ultravioleta de onda corta y larga.
- ❖ Lentes de seguridad UV nominales.

6.1. Para el correcto llenado del formato de Fluorescencia de Minerales: DL-F-012, se anotará primero el Número de muestra original de la roca, cuadrángulo y la ubicación de la muestra (coordenadas, zona). Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160.

Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza la técnica de fluorescencia de minerales, seguido por su firma y se procede a aplicar la técnica mencionada. La firma del profesional especialista se coloca al término del análisis cuando estén impresos.

6.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

La descripción de la muestra se llevará a cabo, tanto en las muestras frescas como poco alteradas.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa.

- 6.2.1. Naturaleza de la muestra (ej. Ígnea, sedimentaria, metamórfica, monomineral, etc.)
- 6.2.2. El color general o el rango de colores de la muestra de mano. El color puede estimarse utilizando la tabla de colores referenciales. Ver 3.3 Tabla de Color Referencial.
- 6.2.3. Composición mineralógica, se describe a grandes rasgos (forma, alteración) las características de los minerales presentes en la roca.
- 6.2.4. Estructuras: fracturas macroscópicas abiertas o rellenas, poros, amígdalas, vesículas (cuando son relevantes).
- 6.2.5. Evidencia de meteorización o alteración: tefido por alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, alteración de feldespatos, entre otros. (cuando son relevantes)
- 6.2.6. Estimación cualitativa de densidad
- 6.2.7. Presencia de magnetismo.

6.3. FOTOGRAFÍA EN LUZ NATURAL


La fotografía es la representación gráfica de la muestra estudiada, donde se tomará en cuenta la porción analizada. El tamaño estándar para insertarlas en el formato de Fluorescencia de Minerales: DL-F-012 es 650x488 píxeles.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotografía:

Se identifica el mineral(es) presente(s) en la fotografía y se coloca la(s) abreviatura(s) de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.4)

Nota: Se describe de modo general el mineral(es) presente(s) en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-026 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	FLUORESCENCIA DE MINERALES	Página : 3 de 4

6.4. FOTOGRAFÍA EN LUZ ULTRAVIOLETA

La fotografía es la representación gráfica de la muestra estudiada, en este caso se tomará en cuenta la misma porción de muestra descrita en el ítem 6.3. Cambiando las condiciones de iluminación, haciendo uso de una lámpara de luz ultravioleta. El tamaño estándar para insertarlas en el formato de Fluorescencia de Minerales: DL-F-012 es 650x488 píxeles.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotografía:

Se identifica el/los mineral(es) presente(s) en la fotografía y se coloca la(s) abreviatura(s) de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.4)

Se debe indicar el tipo de longitud de onda: longitud de onda corta y/o larga

Nota: Se describe de modo general el mineral(es) presente(s) en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.

6.5. MINERALES

La descripción mineralógica comprende la mención de cada constituyente mineral presente en la muestra estudiada, por orden de abundancia.

6.6. PORCENTAJE ESTIMADO

El porcentaje es una estimación de lo que se observa del total de la muestra.

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 40 minutos por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos

9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGENMET

10. REGISTROS

10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

10.2. DL-F-012: Fluorescencia de Minerales


11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

11.1. **Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.

11.2. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño.

11.3. **Galleta de roca:** Es parte de la muestra de roca que ha sido cortada en forma de una galleta.




	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-026 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	FLUORESCENCIA DE MINERALES	Página : 4 de 4

- 11.4. **Estereomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.
 - 11.5. **Fluorescencia:** Es un tipo particular de luminiscencia, que caracteriza a las sustancias que son capaces de absorber energía en forma de radiaciones electromagnéticas y luego emitir parte de esa energía en forma de radiación electromagnética de longitud de onda diferente.
 - 11.6. **Luz ultravioleta:** También es conocida como luz negra. Este término es aplicado a la radiación electromagnética emitida por la región del espectro que ocupa la posición intermedia entre la luz visible y los rayos X. Para generar este tipo de luz se usan unas lámparas fluorescentes especiales.
12. **Anexos**
No Aplica

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-028 Versión : 03 Fecha aprob.: 16/05/2016
	FOTOMICROGRAFÍA	Página : 1 de 3

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar fotomicrografías que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para la toma de las fotomicrografías de las muestras estudiadas.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las **láminas** delgadas hasta el correcto llenado y entrega del formato de Fotomicrografías: DL-F-013.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1 Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232
- 3.2 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

- 4.1 Verificar las **láminas** delgadas, delgadas pulidas y doblemente pulidas, **briquetas** pulidas, que estén correctamente preparadas según los instructivos: DL-I-002, DL-I-003.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional encargado de adquirir las fotomicrografías entrega el formato de Fotomicrografías: DL-F-013 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la caratula y la introducción.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de fotomicrografías a la Dirección de Laboratorios.


6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

La adquisición de fotomicrografías, comprende el uso del microscopio de polarización, las **láminas** delgadas, **briquetas** pulidas, **láminas** delgadas pulidas o secciones delgadas doblemente pulidas de la roca, en conjunto con el software LAS V4.1.

Para realizar la toma de fotomicrografías se requiere la siguiente instrumentación y software:

- ❖ Microscopio de Polarización
- ❖ Software LAS V4.1



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-028 Versión : 03 Fecha aprob.: 16/05/2016
	FOTOMICROGRAFÍA	Página : 2 de 3

- 6.1.** Para el correcto llenado del formato de Fotomicrografías: DL-F-013, se anotará los datos generales de la muestra primero el código de la muestra seguido por cuadrángulo, sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160 Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.

Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza la toma de la fotomicrografía. La firma del profesional especialista se coloca al término de la toma de fotomicrografía cuando esté impreso.

6.2. FOTOMICROGRAFÍAS

La adquisición de fotomicrografías a través del software LAS V4.1, provee resoluciones muy altas, para lo cual la resolución estándar para insertarlas en el formato de Fotomicrografías: DL-F-013 es 1700x1500 píxeles.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotomicrografía:

1. Se identifican los minerales presentes en la fotomicrografía y se coloca las abreviaturas de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.1)
NOTA: Los minerales secundarios se colocarán entre paréntesis.
2. Se describe de modo general los minerales presentes en la roca, colocando la abreviatura asignada al finalizar la descripción.

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

La duración de la adquisición de la fotomicrografía dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 20 minutos por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

- 9.1.
- 9.2. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.3. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET


10. REGISTROS

- 10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
- 10.2. DL-F-013: Fotomicrografías

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 11.1. **Microscópico:** Define la observación de minerales que sólo son visibles a través de un microscopio.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-028 Versión : 03 Fecha aprob.: 16/05/2016
	FOTOMICROGRAFÍA	Página : 3 de 3

11.2. Microscopio de Polarización: Es un instrumento utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y descripción de texturas y sus relaciones entre ellos, tal como aparecen en las secciones delgadas o pulidas.

11.3. Lámina delgada: Una *lámina* delgada es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene $0,030 \pm 0,005$ mm, y normalmente protegido con un cubreobjetos. La sección delgada normalmente mide 52mm x 26mm, pero en el caso de rocas de grano más grande, se usarán dimensiones más grandes (ejm. 75mm x 50mm) o pueden ser preparadas varias *láminas* de dimensiones normales.

11.4. Briqueta pulida: Una *briqueta* pulida es una porción de roca mineralizada puesto en una briqueta circular de 40 mm de diámetro aproximadamente, las dimensiones pueden variar de acuerdo al estudio. Las secciones pulidas y delgadas pulidas tienen un lado pulido con suspensiones de diamante ($6\mu\text{m}$, $3\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$ y $\frac{1}{4}\mu\text{m}$). Asimismo, se puede realizar *briquetas* pulidas de concentrados, relave, etc.

11.5. Lámina delgada pulida: Una *lámina* delgada pulida es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor que tiene $0,030 \pm 0,005$ mm, y a diferencia de una sección delgada no lleva un cubreobjetos, por lo que la superficie será pulida al igual que en una sección pulida. Las dimensiones de la *lámina* delgada pulida es igual al de la *lámina* delgada.


11.6. Lámina delgada doblemente pulida: Es una porción de material montado en un portaobjetos y mecánicamente reducido a un espesor promedio entre 0,100 y 0,120 mm, donde ambas superficies son pulidas. La *lámina* delgada doblemente pulida debe medir 75mm x 50mm.

12. ANEXOS

No Aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-029 Versión : 02 Fecha aprob. : 16/05/2016
	MEDICIÓN DE LA RADIOACTIVIDAD	Página : 1 de 3

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar mediciones de radioactividad que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para realizar la medición de la radioactividad de minerales y rocas.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano hasta el correcto llenado y entrega del formato de Medición de la Radioactividad: DL-F-014.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.2. Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía.
- 3.3. *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. REQUISITOS

No aplica

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Profesional encargado de realizar la medición de la radioactividad entrega el formato de Medición de la Radioactividad: DL-F-014 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la carátula y la introducción.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de medición de la radioactividad a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO


La medición de la radioactividad, comprende la descripción macroscópica de la muestra, la cual se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza, imán y porcelana.; debido a los indicios de presencia de minerales radiactivos, se procede a realizar la medición de la radioactividad en la muestra de la roca. Finalmente, se indica la presencia o ausencia de radioactividad.

Para la realización de la medición de la radioactividad se requiere la siguiente instrumentación:

- ❖ Contador de radiación

- 6.1. Para el correcto llenado del formato de Medición de la Radioactividad: DL-F-014, se anotará primero el Número de muestra original de la roca, cuadrángulo y la ubicación



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-029 Versión : 02 Fecha aprob. : 16/05/2016
	MEDICIÓN DE LA RADIOACTIVIDAD	Página : 2 de 3

de la muestra (coordenadas, zona). Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160.

Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza la medición de la radioactividad y se procede a medir. La firma del profesional especialista se coloca al término de la medición de la radioactividad, cuando este impreso el formato DL-F-014.

6.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La descripción de la muestra se llevará a cabo, tanto en las muestras frescas como poco alteradas.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa.

- 6.2.1. Naturaleza de la muestra (ejm. Ígnea, sedimentaria, metamórfica)
- 6.2.2. Compacidad (ejm. Compacto, semicompacto, no compacto)
- 6.2.3. El color general o el rango de colores de la muestra de mano. El color puede estimarse utilizando la tabla de colores referenciales. Ver 3.1 Tabla de Color Referencial.
- 6.2.4. Composición mineralógica, se describe a grandes rasgos (forma, alteración) las características de los minerales presentes en la roca.
- 6.2.5. Estructuras: fracturas macroscópicas abiertas o rellenas, poros, amígdalas, vesículas (cuando son relevantes).
- 6.2.6. Evidencia de meteorización o alteración: teñido por alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, alteración de feldspatos, entre otros. (cuando son relevantes)
- 6.2.7. Estimación cualitativa de densidad

6.3. FOTOGRAFÍA

La fotografía es la representación gráfica de la muestra estudiada, se hará la adquisición de la fotografía de la parte de la muestra de roca que presenta radioactividad. El tamaño estándar para insertarlas en el formato de Medición de la Radioactividad: DL-F-014 es 800x600 píxeles.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotografía:

Se identifica el o los minerales con radioactividad en la fotografía y se coloca la abreviatura de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.2)

7. INSTRUCCIONES

No aplica


8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 20 minutos por muestra.

9. DIAGRAMACIÓN

- 9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-029 Versión : 02 Fecha aprob. : 16/05/2016
	MEDICIÓN DE LA RADIOACTIVIDAD	Página : 3 de 3

10. REGISTROS

- 10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
- 10.2. DL-F-014: Medición de la Radioactividad.


11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 11.1. **Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.
- 11.2. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño.
- 11.3. **Esteromicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.
- 11.4. **Radioactividad:** Es un fenómeno físico por el cual los núcleos de algunos elementos químicos, llamados radiactivos, emiten radiaciones que tienen la propiedad de impresionar placas radiográficas, ionizar gases, producir fluorescencia, atravesar cuerpos opacos a la luz ordinaria, entre otros.

12. Anexos
No Aplica

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-030 Versión : 03 Fecha aprob.: 16/05/2016
	TINCIÓN DE MINERALES	Página : 1 de 3

1. FINALIDAD

Establecer el instructivo para realizar tinción de minerales que permitan contribuir al desarrollo eficaz de los proyectos de investigación, planificados en el Plan Operativo Institucional de cada año.

2. ALCANCE

El presente instructivo detalla la metodología para la realización de la técnica de tinción de minerales.

El desarrollo de las actividades comprende desde la recepción de las muestras de mano y galletas hasta el correcto llenado y entrega del formato de Tinción de minerales: DL-F-015.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Tabla de colores: Geological Rock-Color Chart produced by Munsell Color – 2009
- 3.2. Tabla de abreviaturas de Rocas y Minerales para el INGEMMET. DGR-G-001. Capítulo 9. Páginas de 211 a 232
- 3.3. DL-ME-008: Método de Feldespatos
- 3.4. *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. REQUISITOS

- 4.1 El Profesional encargado de realizar la tinción de feldespatos debe contar con mandil, guantes de nitrilo, lentes protectores y mascarilla.

5. RESPONSABILIDADES


- 5.1 El Profesional encargado de realizar la tinción de minerales entrega el formato de Tinción de minerales: DL-F-015 debidamente llenado al responsable del Laboratorio de Petromineralogía, así como el informe adjuntando la carátula y la introducción.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de entregar el informe final de Tinción de Minerales a la Dirección de Laboratorios.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

La tinción de minerales, comprende la descripción macroscópica de la muestra, la cual se realiza a través de una inspección visual ayudada por una lupa de mano o un estereomicroscopio, seguida de lápiz de dureza, imán y porcelana.; debido a los indicios de presencia de ciertos minerales como feldespatos potásicos, plagioclasas, minerales que contengan Zinc se procede a realizar la tinción en una galleta de la roca para diferenciar los minerales requeridos de otros minerales porque la tinción tiñe de una coloración específica a los minerales requeridos. Finalmente, se indica la cantidad del mineral requerido encontrado.

- 6.1. Se aplica el método de ensayo DL-ME-008: Método de Feldespatos, los resultados obtenidos serán llenados en el formato de Tinción de minerales DL-F-015.
- 6.2. Para el correcto llenado del formato de Tinción de minerales: DL-F-015 se anotarán los datos generales de la muestra: primero el código de muestra seguido por



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-030 Versión : 03 Fecha aprob.: 16/05/2016
	TINCIÓN DE MINERALES	Página : 2 de 3

cuadrángulo, sistema de coordenadas (Norte, Este y Zona) y la localidad y/o paraje. Todos estos datos se encuentran en el formato DL-F-160.

Se coloca el nombre del profesional especialista que realiza la tinción, seguido por su firma y se procede a aplicarla. La firma del profesional especialista se coloca al término de realizada el llenado del formato DL-F-015, cuando este impreso.

6.3. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La descripción de la muestra se llevará a cabo, tanto en las muestras frescas como poco alteradas.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción macroscópica de forma narrativa.

- 6.2.1. Naturaleza de la roca (Ejm. Ígnea, sedimentaria, metamórfica)
- 6.2.2. Compacidad (Ejm. Compacto, semicompacto, no compacto)
- 6.2.3. El color general o el rango de colores de la muestra de mano. El color estima utilizando la tabla de colores referenciales. Ver 3.1.
- 6.2.4. Textura (cuando es relevante)
- 6.2.5. Composición mineralógica, se describe las características principales (forma, alteración) de los minerales presentes en la roca.
- 6.2.6. Estructuras: fracturas macroscópicas abiertas o rellenas, poros, amígdalas, vesículas (cuando son relevantes).
- 6.2.7. Evidencia de meteorización o alteración: teñido por alteración de sulfuros, difusión de hidróxidos de hierro, alteración de feldespatos, entre otros. (cuando son relevantes)
- 6.2.8. Estimación cualitativa de densidad
- 6.2.9. Fotografía: Es la representación gráfica de la muestra estudiada, se hará la adquisición de la fotografía de la galleta de roca teñida por el reactivo. El tamaño estándar para insertarlas en el formato de Tinción de minerales: DL-F-015 es 6 cm en altura medido en la versión digital de dicho formato.

Los siguientes ítems se incluirán en la descripción de la fotografía:

Se identifica el mineral teñido: por ejemplo feldespatos potásicos en la fotografía y se coloca la abreviatura de acuerdo a la Tabla de abreviaturas del Laboratorio de Petromineralogía. (Ver 3.2)

6.4. MINERAL

Se hace mención del mineral teñido por el nitrito cobalto de sodio: Feldespatos Potásicos, plagioclasas, minerales con contenido de zinc

6.5. PORCENTAJE RELATIVO

Se realiza una estimación de la cantidad que representa el mineral teñido respecto a la galleta o muestra, analizada.


7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximado de 40 minutos por muestra.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-030 Versión : 03 Fecha aprob.: 16/05/2016
	TINCIÓN DE MINERALES	Página : 3 de 3

9. DIAGRAMACIÓN

- 9.1. DL-FP-004: Proceso de Estudios Petromineralógicos
- 9.2. DL-FP-006: Procesos de Estudios realizados por los Laboratorios de INGEMMET

10. REGISTROS

- 10.1. DL-F-160: Solicitud de Preparación y estudios Petromineralógicos.
- 10.2. DL-F-015: Tinción de Feldespatos.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS


- 11.1. **Macroscópico:** Define la observación de minerales que son visibles a simple vista sin ayuda del microscopio.
- 11.2. **Muestra de mano:** Es la roca extraída in situ por los usuarios. Por lo general presentan el tamaño de un puño.
- 11.3. **Galleta de roca:** Es parte de la muestra de roca que ha sido cortada en forma de una galleta.
- 11.4. **Esteriomicroscopio:** Es un instrumento óptico a través del cual se pueden observar con mayor aumento las muestras de mano.

12. ANEXOS

No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	--



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-031 Versión : 03 Fecha aprob.: 30/10/2017
	IMPRESIÓN DE IMÁGENES SATELITALES Y/O PRODUCTOS DERIVADOS	Página : 1 de 10

1. FINALIDAD

El presente instructivo tiene como objetivo estandarizar el procedimiento seguido para la preparación e impresión de imágenes satelitales, utilizando el Plotter HP DesignJet 4000ps.

2. ALCANCE

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos y externos, en procesamiento de imágenes multiespectrales.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET
- 3.2. Impresoras HP Designjet 4000 y 4000ps - Guía de referencia Rápida

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.2. El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia de preparación e impresión de una imagen satelital o producto derivado del procesamiento de la misma, con el software ArcGIS.

6.1. Datos de entrada

- 6.1.1 Archivo de imagen satelital color (RGB) o pancromático y/o productos derivados a partir de imágenes multiespectrales (Ref.: DL-M-002, DL-M-003, DL-M-004, DL-M-005 y DL-M-006)

Formatos: ENVI, TIF, JPG, ECW, etc.

6.1.2 Equipo

El equipo utilizando es el Plotter HP Designjet 4000ps (Ref.: Instructivo de uso de plotter HP Designjet 4000PS, DL-M-007)



6.2 Preparando imagen

6.2.1 Agregando grilla de líneas y etiquetado

Agregar la cuadrícula basada en coordenadas métricas UTM y/o latitud-longitud (para imágenes georreferenciadas).

1 Procedimiento ArcGIS

- En la ventana de visualización Layout View, Click derecho sobre la Imagen o Layers: Properties → Grids, → New Grid. Tan pronto como elija esta opción, se abrirá una ventana, para configurar el Sistema de Coordenadas y definir el tamaño, grosor, espaciado de los datos a visualizar en la cuadrícula. **Los intervalos de las coordenadas serán de acuerdo al área y previa coordinación con el cliente (Figura 1).**

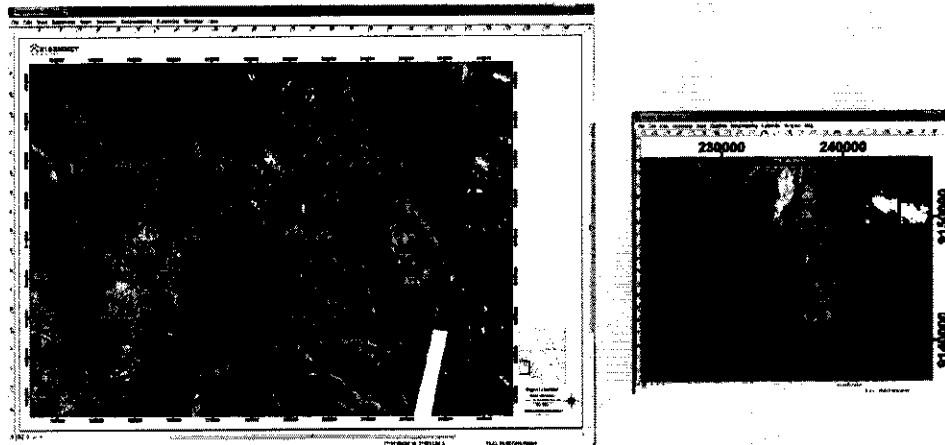


Figura 1. Grilla de líneas

- Ajustar los atributos de la cuadrícula eligiendo el tamaño, espesor, color y el espaciamiento de la malla, seleccionando en la ventana Table of contents → Layers Click derecho Properties:

Data Frame Properties → Grids → Properties

Ejes de la Imagen:

- Desde la ventana de impresión de la imagen (Layout View), seleccione y click derecho

Properties → Reference System Properties → Axes



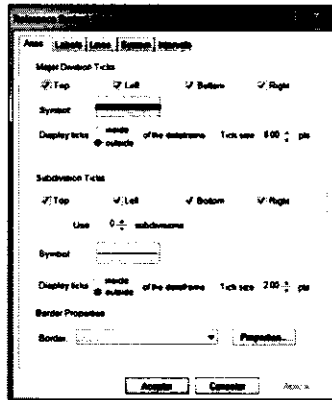


Figura 2. Atributos de mapa

- En el diálogo Reference System Properties → Axes, defina la ubicación, el estilo de simbología, el tamaño y la orientación de la Marca de División (Major Division Ticks), y de la misma manera para las marcas de subdivisiones (Subdivision Ticks), luego definimos el estilo, color y grosor de la línea de borde de la ventana de la imagen (Border Properties). Cuando los atributos han sido fijados a sus peticiones, haga click en ACEPTAR.

Etiquetas de la Imagen:

- Desde la ventana, propiedades de sistema de referencia (Reference System Properties), seleccione Etiquetas (Labels).

Properties → Reference System Properties → Labels

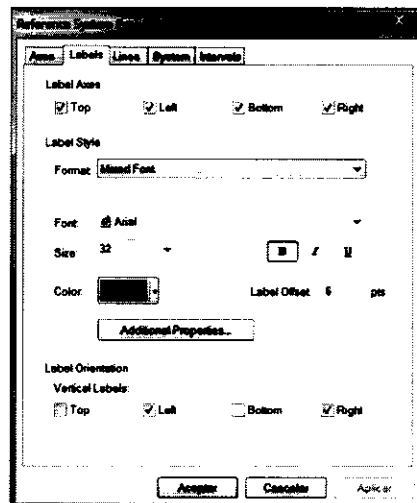
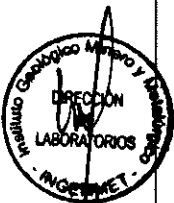


Figura 3. Atributos de mapa

- En el dialogo, Reference System Properties → Labels, defina el etiquetado de los ejes (Label Axes), el estilo de etiquetado (Labels Style), el formato(format), la fuente



(font), Tamaño(size) y Color. Y finalmente definiremos la orientación del etiquetado (Vertical Labels).

Líneas de la imagen:

- Desde la ventana, propiedades de sistema de referencia (Reference System Properties), seleccione Líneas (Lines).

Properties → Reference System Properties → Lines

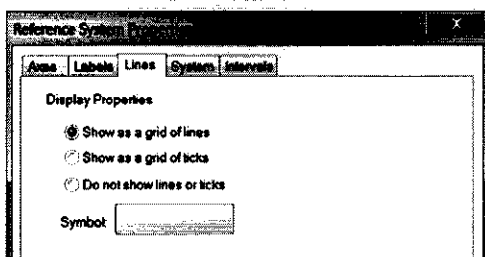


Figura 4. Atributos de mapa

- En el dialogo, Reference System Properties → Lines, defina si en la ventana de la imagen se muestra las líneas de la grid (show as a grid of lines), muestra una grid de marcas de división (show as a grid of ticks) o no muestra ni línea ni marca de división (Do not show line sor ticks).

Sistema de la imagen:

- Desde la ventana, propiedades de sistema de referencia (Reference System Properties), seleccione Sistema (System).

Properties → Reference System Properties → System

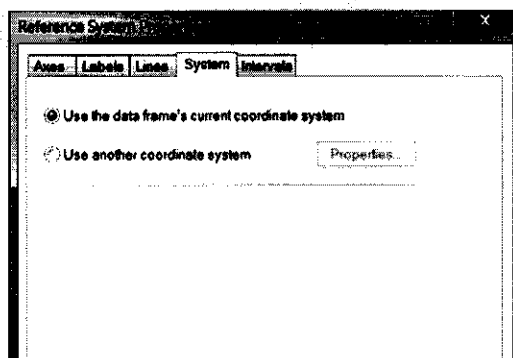



Figura 5. Atributos de mapa

- En el dialogo, Reference System Properties → System, defina el sistema de coordenadas de la grilla, por defecto se utilizara el de la ventana de trabajo (Use data frame's current coordinate system).

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-031 Versión : 03 Fecha aprob.: 30/10/2017
	IMPRESIÓN DE IMÁGENES SATELITALES Y/O PRODUCTOS DERIVADOS	Página : 5 de 10

Intervalos de la grilla:

- Desde la ventana, propiedades de sistema de referencia (Reference System Properties), seleccione intervalos (Intervals).
Properties → Reference System Properties → Intervals

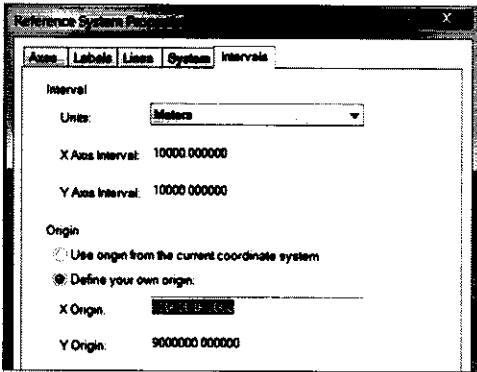


Figura 6. Atributos de mapa

- En el dialogo, Reference System Properties → Intervals, defina el intervalos de las coordenadas de la grilla, por defecto se utilizara el de la ventana de trabajo (Use data frame's current coordinate system).

6.2.2 Anotaciones en la imagen

Las características flexibles de ArcGIS permiten que agregue textos, leyenda, imagen, escala, y otros símbolos a la imagen.

A continuación se detalla los elementos que deberán contener los mapas elaborados por el laboratorio de teledetección.

1 Procedimiento ArcGIS

Textos en la Imagen:

- En la ruta W:\LTD\SOLICITUDES-PRODUCTOS SATELITALES\Plantillas, se encuentran las plantillas de trabajo (*.mxd), según tamaño de hoja. Estas serán elegidas de acuerdo al área y escala de trabajo, ya que dependen de estas características.**
- Debido a que cada área solicitada es diferente, se deberá adecuar la distribución horizontal o vertical de la misma, respetando la siguiente información. Considerar los tres recuadros principales; mapa de ubicación (Figura 7), leyenda (Figura 8) y cajetín (Figura 9), que contienen la información del mapa o imagen procesada por el**



laboratorio.

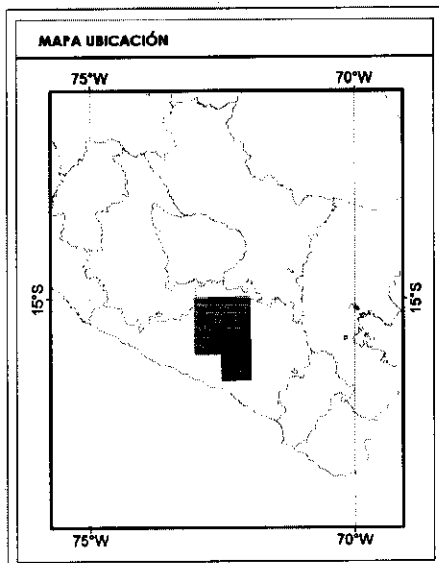


Figura 7. Mapa de Ubicación con el área solicitada

- Las leyendas también se encuentran en la ruta `W:\LTD\SOLICITUDES-PRODUCTOS SATELITALES\Leyenda`, que serán insertadas de acuerdo al producto elaborado y la escala de colores, ejemplo de Índices de contenido de cuarzo-silíce, carbonatos y minerales máficos.

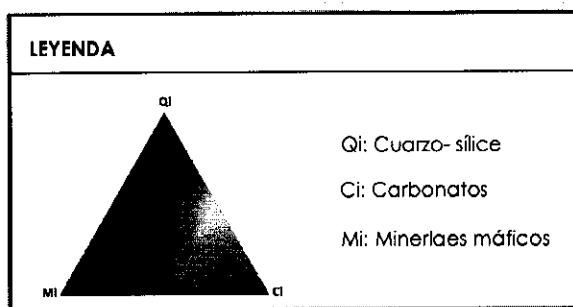


Figura 8. Leyenda Índices QiCIMI a partir de Imágenes ASTER

- La Leyenda para una composición color debe incluir:
 Tipo de Imagen y/o producto y nombre del sensor de la imagen, ejemplos:


IMAGEN ASTER RGB : 931

IMAGEN LANDSAT RGB : 742

MAPA DE ALTERACIONES ASTER RATIOS RGB: 4/6, 5/6, 5/8

- Estos títulos deberán ser colocados en el cajetín, según sea el procesamiento.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-031
	IMPRESIÓN DE IMÁGENES SATELITALES Y/O PRODUCTOS DERIVADOS	Versión : 03 Fecha aprob.: 30/10/2017 Página : 7 de 10

- **El cajetín deberá ser completado con la información requerida, como título, número de solicitud, escala, datum y huso.**


	DIRECCION DE LABORATORIOS LABORATORIO TELEDETECCIÓN
ANOMALÍAS ESPECTRALES POR TIPOS DE ALTERACIÓN	
SOLICITUD N°: 034-2017/DRME-GE33B-4	
ESCALA: 1/250 000	DATUM, HUSO: UTM WGS 84, ZONA 19

Figura 9. Cajetín con información completa

- **Además, considerar la escala y el norte gráficos que también son elementos obligatorios. El estilo de la escala gráfica es personalizada (Figura 10.), mientras el estilo del norte gráfico es el ESRI NORTH 8 y el tamaño variara de acuerdo al tamaño de hoja.**

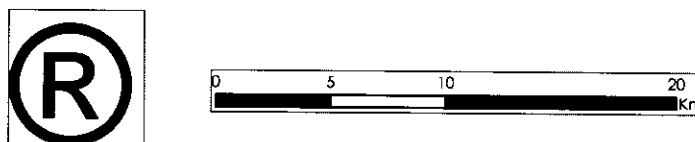


Figura 10. Estilo del norte y escala gráficos.

6.3 Impresión de imagen

Luego de insertar grilla de líneas, textos y gráficos, el paso siguiente es imprimir, para tal fin el laboratorio de Teledetección de INGEMMET dispone del Plotter HP Designjet 4000ps.

1 Procedimiento ArcGIS

- En la barra principal: File → Print.
- En la ventana "Print", hacer click "Setup..."
- En la ventana "Printer Setup", en la opción "Name", seleccionar el equipo que se utilizará para realizar la impresión, para el presente instructivo se elegirá:

\\srvprinter01\4to P. Plotter Teledetección HP 4000ps

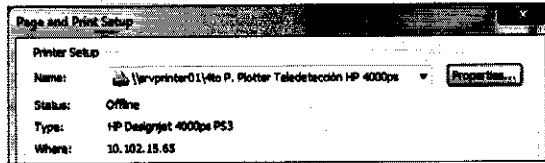


Figura 11. Preferencias de impresión

- Una vez seleccionado el equipo que se utilizará para imprimir, click en "Properties..."
- En la ventana Propiedades de Plotter 4000ps (Figura 12):
 1. Elegir una dimensión predefinida del papel.
 2. Seleccionar el tipo de la fuente de papel: Hoja o rollo
 3. Seleccionar la calidad de impresión que se desea realizar.

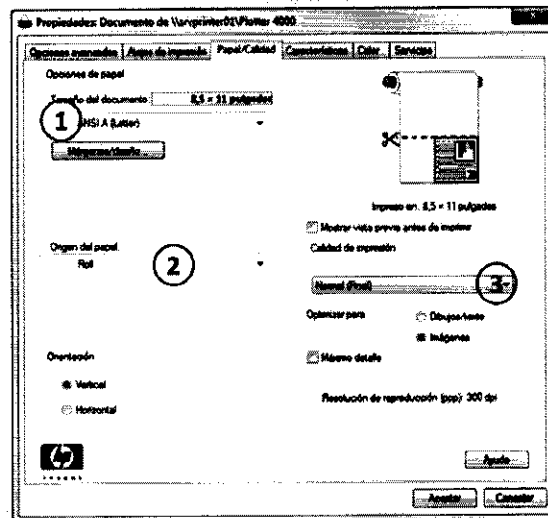


Figura 12. Preferencias de impresión de Plotter HP Designjet 4000ps

- En la pestaña Papel/Calidad de la ventana Propiedades de Plotter 4000ps (Figura 13):
 4. Seleccionar la opción de ajuste de tamaño de la impresión.
 5. Seleccionar la opción: Eliminar áreas sup./inf. en blanco.

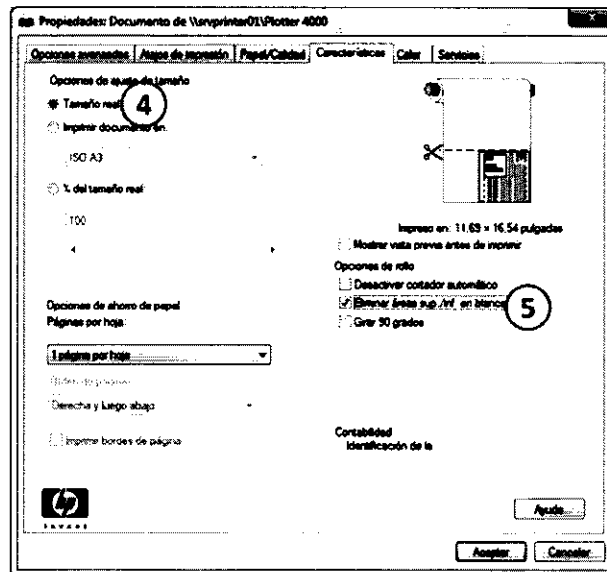


Figura 13. Dimensiones personalizadas del papel

- Para iniciar la impresión de la imagen final (Figura 14): en la ventana Imprimir click "OK".



Figura 14. Imagen final para impresión



**IMPRESIÓN DE IMÁGENES SATELITALES
Y/O PRODUCTOS DERIVADOS**

7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

No aplica.

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica.

10. REGISTROS (FORMATOS)

10.1. Impresión realizada.

11. GLOSARIO DE TÉRMINO

No aplica.


12. ANEXOS

No aplica.

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-032 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016 Página : 1 de 9
	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH⁻) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+	

1. FINALIDAD

Estandarizar el método empleado en el procesamiento de las imágenes satelitales, para la obtención de Anomalías Espectrales por presencia de Óxidos (Fe³⁺) e Hidróxidos (OH⁻).

2. ALCANCE

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos y externos, en procesamiento de imágenes multi-espectrales LANDSAT TM Y ETM+.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Crosta A P, and De Souza Filho Roberto Carlos, 2009, Mineral Exploration with Landsat Thematic Mapper TM/ Enhanced Mapper Plus (ETM+): A Review of the Fundamentals Characteristics, data Processing, and Case Studies, Society of Economic Geologists Review in Economic Geology, v.16, p. 59-82
- 3.2. Loughlin, W. P., 1991. Principal Component Analysis for Alteration Mapping. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57 (9): 1163-1170.
- 3.3. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.2. El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del procesamiento digital de las imágenes LANDSAT TM y ETM+, haciendo uso del software ENVI Classic v5.0, en la determinación en superficie de anomalías espectrales producidas por presencia óxidos (Fe³⁺) e hidróxidos (OH⁻). Los mapas obtenidos son útiles en etapas exploratorias y en la determinación de guías de mineralización.


6.1. Datos de entrada:

- 6.1.1. Imagen multi-espectral debidamente corregida geométricamente y/o calibrada (Ref.: DL-I-036 Pre Procesamiento imágenes LANDSAT TM y ETM+). En el caso de las imágenes LANDSAT TM y ETM+, éstas deben contener las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7 en formato ENVI.

6.1.2. Niveles aceptados:

- ***** _ND.* Imagen LANDSAT en ND
- ***** _reflectancia.* Imagen LANDSAT en reflectancia (Recomendado)



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-032 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016 Página : 2 de 9
	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH⁻) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+	

6.2. Enmascaramiento

Para resaltar las anomalías espectrales por presencia de Óxidos (Fe³⁺) e Hidróxidos (OH⁻), es necesario enmascarar las siguientes zonas en la imagen:

- Las zonas cubiertas por vegetación (en zonas de vegetación seca resalta la presencia de arcillas y que puede no ser cierto).
- Las zonas que corresponden a cuerpos de agua y sombras por pendiente.
- Las zonas de saturación (valores máximos de zonas blancas).

6.2.1. Máscara de vegetación:

- Para crear la máscara de vegetación se usa el Índice de vegetación diferencial normalizada (NDVI).
- Se elige el umbral correspondiente. Generalmente la vegetación robusta tiene un NDVI > 0.40. Sin embargo dado que cada imagen es diferente, se debe elegir el umbral de manera interactiva superponiendo los valores de NDVI. (Sugerencia: Overlay → Density Slice)
- Máscara: crear la máscara para la vegetación (archivo temporal de salida: mask_veget.*)

6.2.2. Máscara de sombra, agua y background:

- Determinar las áreas de sombra y agua, haciendo uso de la banda 5 (valores bajos).
- Determinar el umbral a partir de esta banda, (Sugerencia: Overlay → Density Slice) y crear una máscara (archivo temporal: mask_negro.*).

6.2.3. Máscara de nubes y zonas saturadas:

- Determinar las áreas de nubes y las zonas saturadas haciendo uso de la banda 1 (valores altos).
- Determinar el umbral a partir de esta banda, (Sugerencia: Overlay → Density Slice) y crear una máscara (archivo temporal: mask_blanco.*).


6.2.4. Unión de máscaras:

- Unir las tres máscaras (mask_veget, mask_negro y mask_blanco) en una sola máscara (mask_total.*), ver Figura 1.



Figura 1. Generación de máscaras de vegetación, zonas de saturación, sombra y agua.
Izquierda: Imagen LANDSAT ETM+ RGB: 742; Derecha: Máscara generada (mask_total.*).



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-032 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016 Página : 3 de 9
	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH⁻) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+	

6.3. Aplicación del método de Análisis de Componentes Principales (PCA)

El método de Análisis de Componentes Principales es un procedimiento matemático usado en el procesamiento de imágenes satelitales para transformar un número de bandas espectrales altamente correlacionadas en un número menor de bandas espectrales no correlacionadas llamadas componentes principales.

Esto se hace encontrando un nuevo conjunto de ejes ortogonales que tienen su origen en la media del conjunto de datos (Figura 2) y que son rotados de manera que la varianza del conjunto de datos sea maximizada. La primera componente estará en la dirección del eje con la mayor varianza del conjunto de datos, la segunda componente en la dirección de la segunda mayor varianza y así sucesivamente.

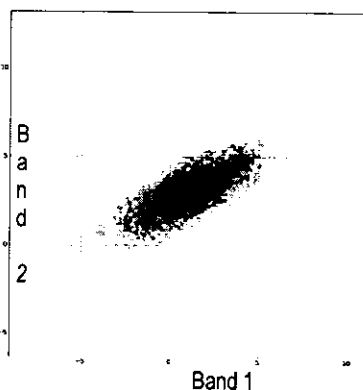


Figura 2. Distribución espacial de los valores de los píxeles y determinación de ejes principales.

Variantes del método son:

- a) Feature-Oriented Principal Component Selection – FPCS. Propuesto por Crósta & Moore (1987).
- b) Crósta Technique. Propuesto por Loughlin (1991), adaptado del anterior.

El método de Componentes Principales puede aplicarse a todas las bandas de una imagen, como es el caso del método FPCS, o a subgrupos de bandas poco o altamente correlacionadas, como es el caso de la técnica Crósta. Para el primer caso, la primera componente principal obtenida del conjunto de bandas contendrá el 95% de la varianza total de las "n" bandas usadas.

En un segundo caso, se usa un subgrupo de bandas que se correlacionan poco o nada, en cuyo caso el resultado final mostrará la información que es única para cada banda.

👉 La ventaja de la técnica Crósta es que puede ser aplicada en imágenes sin pre-procesamiento o correcciones previas.

Para el caso del presente instructivo se aplica la técnica Crósta (Loughlin, 1991), útil en la determinación de dos conjuntos de minerales arcillas y óxidos e hidróxidos de hierro

(estos últimos asociados a la meteorización de sulfuros) como indicadores de mineralización de oro en depósitos epitermales. Esta técnica se basa en el análisis de Componente Principales aplicados a subgrupos de 4 bandas, seleccionados en base a la posición de sus rasgos de absorción en su espectro (Figura 3).

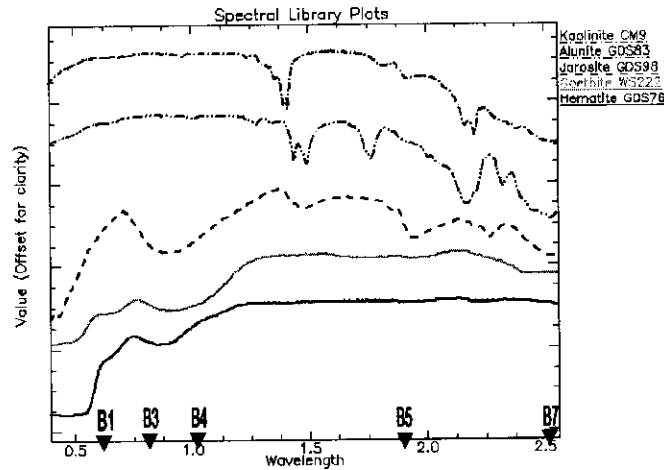


Figura 3. Firmas espectrales de algunos minerales con presencia de Hierro (Fe³⁺) e hidróxidos (OH⁻), B1, B3,.....B7 indica la posición de las bandas del sensor ETM+ del satélite LANDSAT.

6.3.1. Selección de las bandas de interés:

En el caso de los sensores TM y ETM+ del satélite LANDSAT, se eligen:

- Las bandas 1, 3, 4 y 5 cubren regiones de máxima reflectancia y máxima absorción, ver firma espectral de óxidos/hidróxidos de Fe³⁺. (Ejemplo Hematita, Goetita, Jarosita).
- Las bandas 3, 4, 5 y 7 cubren regiones de máxima reflectancia y máxima absorción, para minerales que contienen OH⁻. (Ejemplo Jarosita, Alunita, Caolinita)

6.3.2. Aplicación y Análisis de Componentes Principales

- Aplicar la transformación al subgrupo 1, 3, 4 y 5 y para el subgrupo 3, 4, 5 y 7, usando la máscara (mask_total). Como resultado, se obtendrá un archivo con tantas PCs como variables (bandas) se hayan ingresado.

1 ENVI Classic v5.0

- Transform → Principal Components → Forward PC Rotation → Compute New Statistics and Rotate. Elegir el archivo conteniendo la imagen LANDSAT. Elegir Spectral Subset y elegir solo las bandas 1, 3, 4 y 5 para el primer caso. Luego Select Mask Band y elegir la máscara (mask_tot). Aceptar
- Elegir el nombre del archivo de salida para las estadísticas *.sta. (sugerencia 1345.sta)
- Elegir el nombre del archivo de salida para el resultado PC (sugerencia 1234.*). El número de bandas PC de salida: 4. Aceptar.



INSTRUCTIVO

OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH⁻) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+

Código : DL-I-032
 Versión : 02
 Fecha aprob.: 16/05/2016
 Página : 5 de 9

6.3.3. Análisis de autovalores y selección de componentes principales:

- Abrir el archivo conteniendo las estadísticas resultantes de la aplicación de la transformación por Componentes Principales.

1 ENVI Classic v5.0

- Basic Tools → Statistics → View Statistics: Seleccionar el archivo *.sta generado en el paso previo

- ✓ Para archivo 1345.sta:

Select Stat					
Band 5	149342.093709	266405.350172	264841.324827		
Correlation	Band 1	Band 3	Band 4	Band 5	
Band 1	1.000000	0.939998	0.767806	0.712508	
Band 3	0.939998	1.000000	0.846206	0.795483	
Band 4	0.767806	0.846206	1.000000	0.890612	
Band 5	0.712508	0.795483	0.890612	1.000000	
Eigenvector	Band 1	Band 3	Band 4	Band 5	
Band 1	0.320742	0.549336	0.490664	0.595485	
Band 3	0.479458	0.579821	-0.201391	-0.627191	
Band 4	0.157572	0.118348	-0.842981	0.500547	
Band 5	0.801509	-0.589941	0.089846	0.038480	

- ✓ Para archivo 3457.sta:

Select Stat				
Band 6	14468.937845	12501.932482	17269.456226	
Correlation	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
Band 3	1.000000	0.846206	0.795483	0.870343
Band 4	0.846206	1.000000	0.890612	0.846927
Band 5	0.795483	0.890612	1.000000	0.954664
Band 6	0.870343	0.846927	0.954664	1.000000
Eigenvector	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
Band 3	0.567801	0.520737	0.636747	0.031425
Band 4	0.778825	-0.089675	-0.620741	-0.008445
Band 5	0.265599	-0.848811	0.455305	0.040917
Band 6	-0.022164	0.017634	-0.043942	0.998633

- Analizar los eigenvectores del archivo 1345.sta (Tabla 1 izquierda). Las columnas representan las componentes principales, mientras que las filas las bandas. Se debe determinar en qué bandas (las de máxima reflectancia y máxima absorción) se encuentran las mayores cargas.
- Para el presente caso se tiene la máxima carga positiva 0.595485 en la banda 1 y una carga máxima negativa de -0.627191 para la banda 3, lo cual indica que la componente 4 (PC4) es la que contiene la información relacionada con la presencia de Fe³⁺. Para el caso del ejemplo la PC4 es la que contiene mayor contenido de Fe³⁺ (Figura 4 izquierda).
- Analizar los eigenvectores para el archivo 3457.sta (Tabla 1 derecha), de la misma manera que en el caso anterior. Pero esta vez analizar en base al contraste espectral del OH⁻ dado por las bandas 5 y banda 7 (ver figura 3). Para el caso del ejemplo la PC4 es la que contiene mayor contenido de OH⁻ (Figura 4 derecha).



OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH-) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+

	PC4		PC4
Band 1	0.595485	Band 3	0.031425
Band 3	-0.627191	Band 4	-0.008445
Band 4	0.500547	Band 5	0.040917
Band 5	0.038480	Band 7	0.998633

Tabla 1. Eigenvectores de archivos 1345.sta y 3457.sta

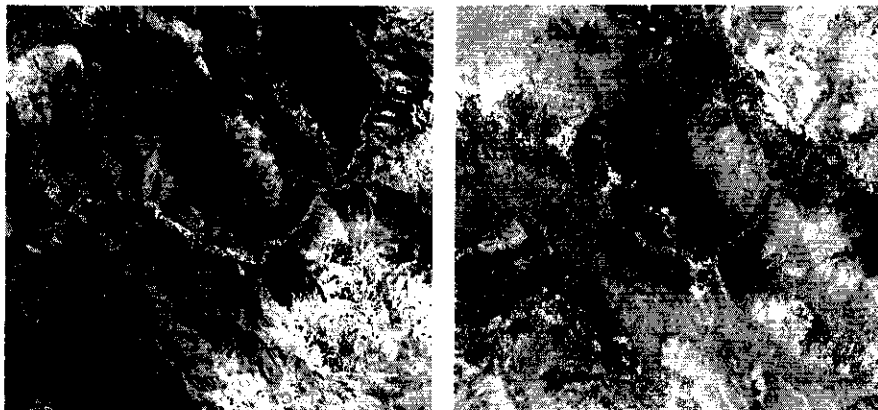


Figura 4. Izquierda: Imagen PC4 del análisis de los eigenvectores del archivo 1345.sta, los pixeles con mayor contenido Fe³⁺ aparecen en tonos oscuros. Derecha: Imagen PC4. Del análisis de los eigenvectores archivo del 3457.sta, los pixeles con mayor contenido OH- aparecen en tonos oscuros.

6.4. Clasificación de Anomalías:

- Realizar una clasificación a partir de las PCs obtenidas.
- Por presencia de OH-:

1 ENVI Classic v5.0

- Classification → Post Classification → Rule Classifier: elegir el archivo conteniendo las PC para el subgrupo 1345.
- Set All Thresholds: aquí se ingresará 1% ó 99% dependiendo del resultado del paso anterior, es decir si los pixeles conteniendo Fe³⁺ se presentan en tonos oscuros o claros respectivamente, (No olvidar colocar el "%" y presionar la tecla Enter).
- Mantener "on" en la opción deseada, para el presente ejemplo la PC4 y aplicar → Quick Apply. (este paso generará el resultado en una ventana temporal desde la cual se debe guardar el resultado. File → Save Image as:



INSTRUCTIVO

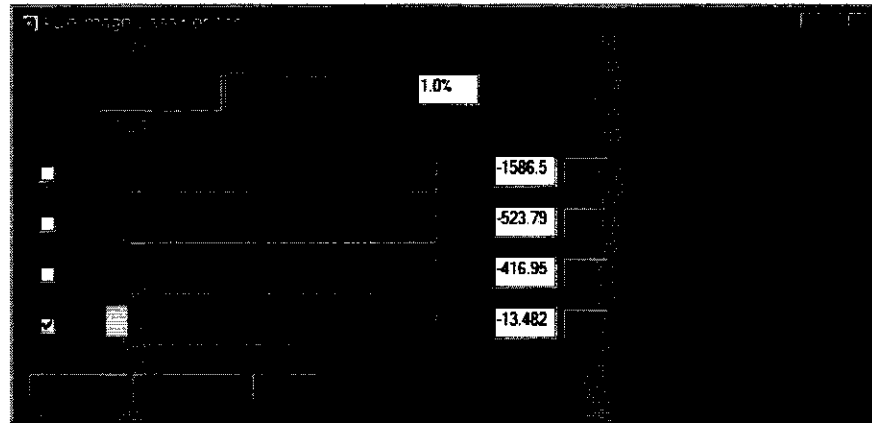
OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH⁻) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+

Código : DL-I-032
 Versión : 02
 Fecha aprob.: 16/05/2016
 Página : 7 de 9

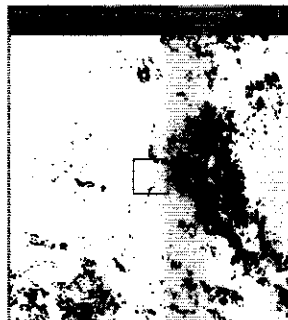
Image File :

Resolución a 8 bits

Output file Type: especificar nombre de salida (ejemplo OH.*)



- Basic tools → Region of Interest → Roi Tool. Elegir algunos puntos para la clasificación en la ventana de roi (elegir el color verde).
- Classification → Supervised → Parallelepiped. Elegir el archivo (OH.* imagen en 8 bits) y los roi (Region of Interest) para la clasificación. Especificar el archivo de salida (OH_clasif.*).



Resultado temporal

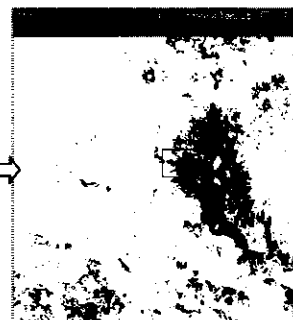
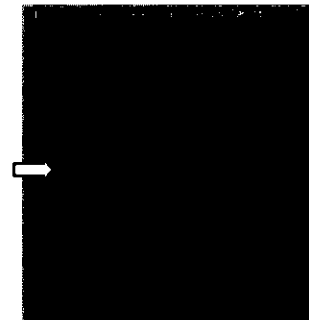


Imagen 8 bits
clasificación.



Resultado de la



Por presencia de Fe³⁺: Repetir el mismo procedimiento para el archivo conteniendo las PCs 1345. El archivo de salida (Fe3_clasif.*)




OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH⁻) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+

6.5. Composición de mapa final

- Unir las 02 clasificaciones (Fe₃_clasif.* y OH_clasif.*) en un solo archivo de clasificación.

1 ENVI Classic v5.0

- Basic Tools → Layer Stacking → Unir las dos clasificaciones en un archivo.
- Realizar una composición RGB, exportar como *.TIF.
- Seleccionar Regiones de Interés (ROI) asignando los colores

- | | | | |
|--|---|----------|---|
| ○ Óxidos (Fe ³⁺) | → | Rojo |  |
| ○ Arcillas (OH ⁻) | → | Verde |  |
| ○ Óxidos + Arcillas (Fe ³⁺ + OH ⁻) | → | Amarillo |  |

- Clasificar usando el método del Paralelepípedo (sigma = 2)

- Superponer la clasificación a la Banda 4.

1 ENVI Classic v5.0

- En la ventana "Image" Overlay → Classification: elegir el archivo conteniendo las tres clases).

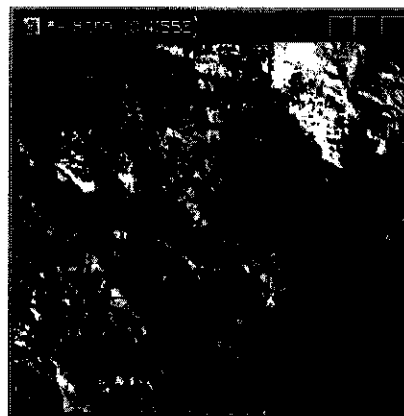
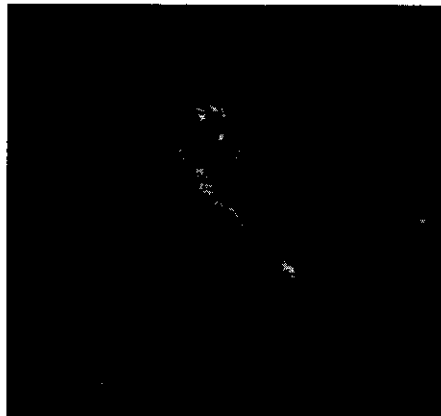



Figura 6. Izquierda: Mapa de clasificación. Derecha: Banda 4 con clasificación superpuesta.

- Desde la ventana "Image" conteniendo la banda 4 con la clasificación superpuesta guardar vista como Geotiff.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-032 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016 Página : 9 de 9
	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR PRESENCIA DE ÓXIDOS (Fe³⁺) E HIDRÓXIDOS (OH⁻) UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT TM y ETM+	

6.6. Impresión

Referirse al DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y productos derivados.

7. INSTRUCCIONES

- 7.1. DL-I-036 I Pre Procesamiento imágenes LANDSAT TM, ETM+
- 7.2. DL-I-031 Instructivo de impresión de imágenes satelitales y/o productos derivados.

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica

10. REGISTROS (FORMATOS)

- 10.1. Archivos digitales de las clasificaciones obtenidas.

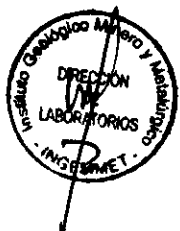
11. GLOSARIO DE TÉRMINO


No aplica

12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-033 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR ALTERACIONES HIDROTERMALES (ARGÍLICA-FÍLICA-PROPIÍLTICA) Y ÓXIDOS (Fe³⁺) UTILIZANDO IMÁGENES ASTER	Página : 1 de 10

1. FINALIDAD

Estandarizar el método empleado en el procesamiento de las imágenes satelitales ASTER, para la obtención de mapas con tipos de alteración hidrotermal (argílica, filica, propilítica) y óxidos.

2. ALCANCE

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos y externos, en procesamiento de imágenes multi-espectrales Terra ASTER.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Rowan, L.C. & Lathram, E. H., 1980. Mineral exploration. p. 553-605 in Remote Sensing in Geology, by Siegal and Gillespie. John Wiley & Son, 702, p.
- 3.2. Manual ASTER for INGEMMET, H. Morozumi, 2006.
- 3.3. *DRME-ET-01 Tabla de abreviaturas de rocas y minerales.*
- 3.4. *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET*

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.2. El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DE INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del procesamiento digital de las imágenes TERRA ASTER, haciendo uso del software ENVI Classic v5.0, en la determinación en superficie de tipos de alteración aplicable a depósitos epitermales de alta y baja sulfuración y a depósitos metálicos en Pórfidos (Cu, Au, Mo). Los mapas obtenidos son útiles en etapas exploratorias y en la determinación de guías de mineralización. Las imágenes ASTER (subsistemas VNIR y SWIR) permiten obtener mapas de tipos de alteración (Cuadro N° 1) en los depósitos anteriormente mencionados, como son alteración argílica, filica y propilítica. Adicionalmente se incluye la secuencia para la determinación de zonas de alteración por óxidos.



Zona de Alteración	Minerales mayores y menores
Propilítica	Epidoto, clorita, albita, cuarzo, mica potásica, goetita + jarosita + anastasa + rutilo + opal
Argílica	Montmorillonita, caolinita, cuarzo, mica potásica, goetita, hematita, jarosita + clorita, carbonato
Argílica avanzada	Alunita, pirofilita, albita, cuarzo, mica potásica, hematita, jarosita + anastasa + rutilo + opal
Fílica	Cuarzo, mica potásica, caolinita, arcillas esmectita, hematita, jarosita, feldespatos potásico, albita
Propilítica	Cuarzo, alunita, pirofilita, hematita, jarosita + anastasa + rutilo + opal
Silicificada	Cuarzo, alunita, caolinita, diáspora, pirofilita, hematita, goetita, jarosita + anastasa, rutilo, opal, mica potásica

Cuadro N°1. Zonas de Alteración y presencia de minerales mayores y menores (Modificado de Rowan & Lathram, 1980).

6.1. Datos de entrada:

6.1.1. Imagen multi-espectral debidamente calibrada y corregida geométricamente (Ref.: Instructivo de pre procesamiento de imágenes ASTER). En el caso de la imagen ASTER ésta debe contener las bandas 1, 2, 3N, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 en formato ENVI.

6.1.2. Niveles aceptados:

- *****_reflectancia.* Imagen ASTER en reflectancia.

 Imagen usada para el presente instructivo:


pg-PR1A0000-2001082601_003_056

6.2. Identificación visual de zonas de alteración.

6.2.1. Este paso permite identificar visualmente la presencia de zonas de alteración, vegetación, nubes, cuerpos de agua, etc. (Figura 1), como paso previo para los pasos siguientes. Las composiciones RGB que nos sirven para visualizar dichas características son:

- RGB: 321 Identificación de óxidos en tonos amarillos claros a blancos, vegetación en rojo, zonas de saturación en blanco, agua en color azul oscuro a negro.
- RGB: 931 Nieve en tonos cian.
- RGB: 468 Alteraciones hidrotermales en tonalidades rosáceas y verdes



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-033 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR ALTERACIONES HIDROTERMALES (ARGÍLICA-FÍLICA-PROFILÍTICA) Y ÓXIDOS (Fe3+) UTILIZANDO IMÁGENES ASTER	Página : 3 de 10

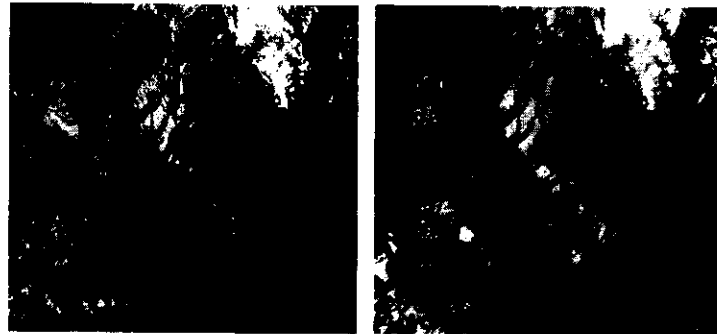


Figura 1. Composición ASTER RGB: 321 (Izquierda); Composición ASTER RGB: 468 (Derecha)

6.2.2. Una vez identificados los diferentes componentes es posible generar las máscaras correspondientes.

6.3. Enmascaramiento

Referirse al instructivo Obtención de anomalías espectrales por presencia de óxidos(Fe3+) e hidróxidos (OH-) utilizando imágenes LANDSAT TM y ETM + (punto 6.2):

- 6.3.1. **Máscara de vegetación:** Crear la máscara para la vegetación (archivo temporal de salida: mask_veget.*).
- 6.3.2. **Máscara de sombra y agua:** Crear la máscara para áreas de sombra y agua, haciendo uso de la banda 8, valores bajos (archivo temporal de salida: mask_sombra.*).
- 6.3.3. **Máscara de nubes y zonas saturadas:** Crear la máscara para áreas de nubes y zonas de saturación haciendo uso de la banda 1, valores altos (archivo temporal: mask_blanco.*).
- 6.3.4. **Unión de máscaras (Figura 2):** Unir las tres máscaras (mask_veget, mask_negro y mask_blanco) en una sola máscara (mask_total.*).

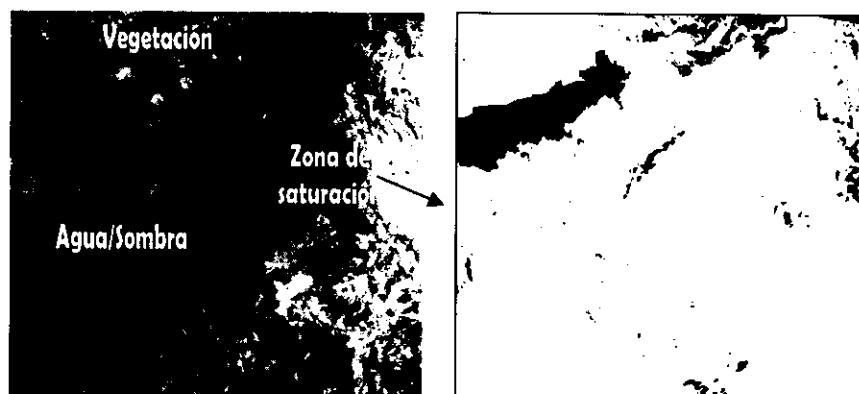
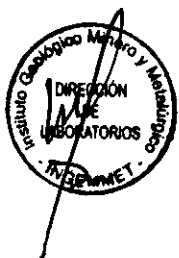


Figura 2. Generación de máscara de vegetación, zonas de saturación, sombra y agua. Izquierda: Imagen ASTER RGB: 321; Derecha: Máscara generada (mask_total).



6.4. Método 1: Cociente de bandas

6.4.1. Los cocientes de bandas son usados para resaltar las diferencias espectrales entre bandas y reducir los efectos de la topografía. Dividiendo una banda espectral por otra se genera una nueva banda de intensidades relativas.

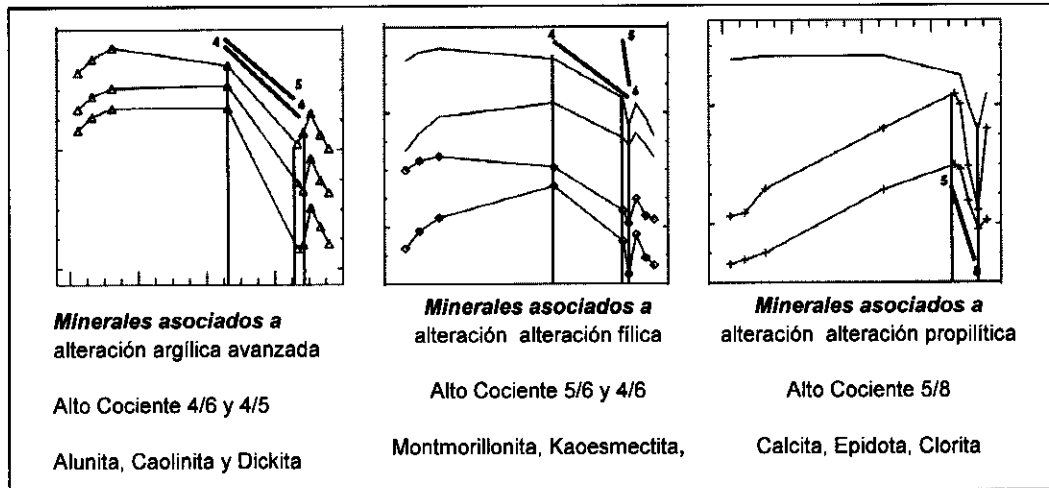


Figura 3. Espectro de algunos minerales característicos de zonas de alteración argillica avanzada, filica y propilítica (según Manual ASTER for INGEMMET, H Morozumi, 2006).

6.4.2 La selección de las bandas para cada tipo de alteración se determina en base al espectro de los minerales y/o asociaciones minerales presentes en los depósitos característicos de dichas zonas de alteración (Figura 3).

6.4.3 Los cocientes usados para producir un mapa de alteraciones **con sus respectivos minerales asociados**, se muestran a continuación:

Tipo de alteración	Minerales representativos	Cociente
Argillica avanzada	Alunita-Caolinita-Dickita	4/6
Filica	Esmectita-Illita-Muscovita	5/6
Propilítica	Clorita-Epidota-Calcita	5/8


Tabla N° 1. **Tipos de alteraciones con sus respectivos minerales representativos y cociente.**

6.4.4. Realizar los cocientes de bandas al archivo conteniendo las 9 bandas (de preferencia aplicar previamente la máscara generada del paso 3.3 del presente instructivo). El resultado es un archivo conteniendo los tres cocientes.



1 Procedimiento ENVI Classic

- Transform → Band Ratios: seleccionar la imagen conteniendo las 9 bandas → Ok.
- Elegir los pares de bandas para los ratios.
- Elegir un nombre de salida (sugerencia 46-56-58.*).

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-033 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR ALTERACIONES HIDROTERMALES (ARGÍLICA-FÍLICA-PROFILÍTICA) Y ÓXIDOS (Fe3+) UTILIZANDO IMÁGENES ASTER	Página : 5 de 10

6.4.5. Realizar una composición RGB con los ratios obtenidos: 4/6, 5/6, 5/8 (Figura 4). La alteración ácida realza los tonos rojos (debido al 4/6 alto), la alteración intermedia se muestra en tonos naranja a amarillo por la mezcla de verde (5/6 alto) y rojo (4/6), y la alteración propilítica realza el color azul (debido al 5/8 alto).



Figura 4. Composición RGB: 4/6, 5/6, 5/8.

6.5. Método 2: Componentes Principales (PC)

Referirse al Obtención de anomalías espectrales por presencia de óxidos(Fe3+) e hidróxidos (OH-) utilizando imágenes LANDSAT TM y ETM + (punto 6.3) para la base del método y la aplicación del método Crósta.

6.5.1. Para el caso de las imágenes ASTER, los subgrupos de bandas para la determinación de zonas de alteración han sido elegidas según su ubicación en el espectro (Tabla N°1 y Figura 3):

Tipo de alteración	Abreviatura	Subgrupo
Alunita-Caolinita-Dickita	aln-cao-dck	Bandas 1, 4, 6 y 7
Esmectita-Illita-Muscovita	sm-ill-mus	Bandas 1, 3, 5 y 6
Clorita-Epidota-Calcita	clt-ep-cac	Bandas 1, 3, 5 y 8
Óxidos	-	Bandas 1, 2 y 3

Tabla N°2. Subgrupos de bandas para la determinación de tipos de alteración ASTER

6.5.2. Aplicar la transformación por Componentes Principales para cada subgrupo. Guardar los archivos conteniendo las PC y los archivos de las estadísticas (sugerencia 1467.sta, 1356.sta y 1358.sta).

6.5.3. Analizar los eigenvectores (Tabla N°3 y Tabla N°4) a partir de los archivos *.sta, determinar las PCs que contienen la información de interés para cada tipo de alteración (ver figura 5). Para la imagen procesada para el presente instructivo, tenemos por ejemplo:

	PC3
Band 1	0.670520
Band 2	-0.704052
Band 3	-0.233910

Tabla N°3. Análisis de *eigenvectores* obtenidos de la transformación por componentes principales para el subgrupo de bandas 123.

	PC3
Band 1	0.492997
Band 4	-0.159973
Band 6	0.466784
Band 7	-0.716572

Tabla N°4. Análisis de *eigenvectores* obtenidos de la transformación por componentes principales para el subgrupo de bandas 1467

- *aln-cao-dck* → -PC3
- *sm-ill-mus* → -PC4
- *clt-ep-cac* → -PC4
- Óxidos → -PC3

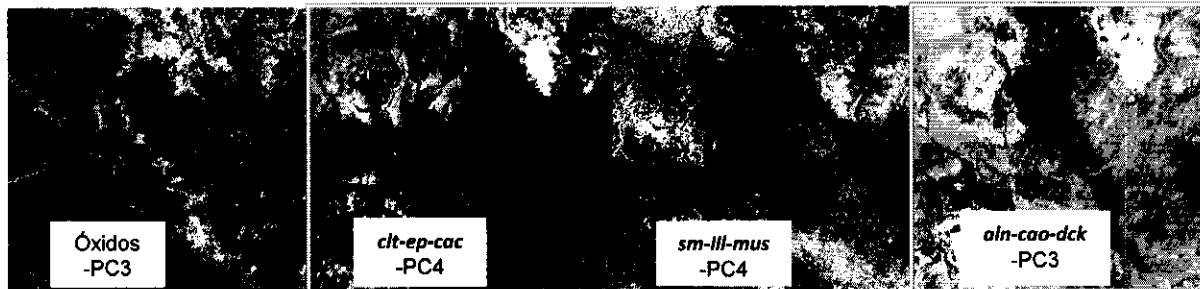


Figura 5. Componentes Principales seleccionadas del análisis de eigenvectores.

6.6. Clasificación de anomalías

Referirse al instructivo DL-I-032, obtención de anomalías espectrales por presencia de óxidos(Fe3+) e hidróxidos (OH-) utilizando imágenes LANDSAT TM y ETM+ (punto 6.4) para la clasificación de anomalías.

6.6.1. Aplicar la post-clasificación a partir de las PCs seleccionadas para cada subgrupo y asignar los colores a las anomalías obtenidas de los 04 subgrupos, según la siguiente escala de colores (Figura 6):



- Óxidos → Naranja
- sm-ill-mus* → Verde
- clt-ep-cac* → Azul
- aln-cao-dck* → Rojo

INSTRUCTIVO

OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR ALTERACIONES HIDROTERMALES (ARGÍLICA-FÍLICA-PROPIÍLTICA) Y ÓXIDOS (Fe³⁺) UTILIZANDO IMÁGENES ASTER

Código : DL-I-033
 Versión : 02
 Fecha aprob.: 16/05/2016
 Página : 7 de 10

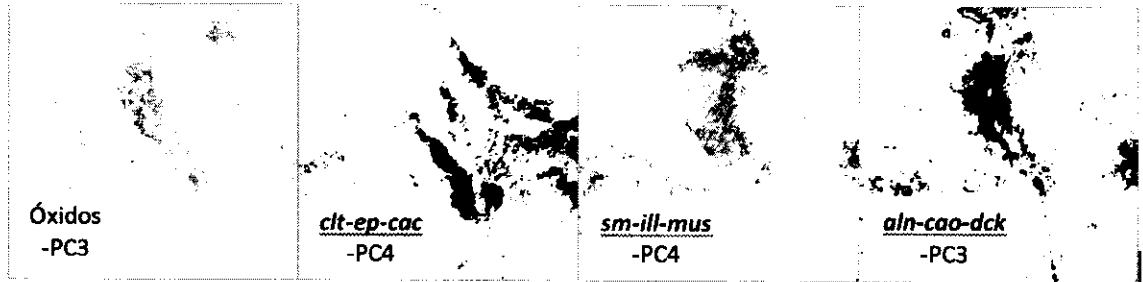


Figura 6. Clasificación de alteraciones a partir de componentes principales.

6.6.2. Guardar cada clasificación (sugerencia *argílica_class.**, *fílica_class.**, *propilítica_class.** y *óxidos_class.**).

👉 Los archivos **_class.** pueden exportarse como archivo vector **.evf*.

6.7. Enmascaramiento 2

6.7.1. A partir de la clasificación realizada en el punto 3.6, crear una máscara uniendo las tres clasificaciones de tipos de alteración: Argílica, Fílica, Propilítica, (Figura 7).

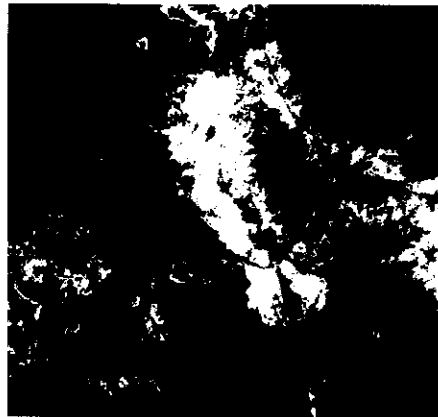


Figura 7. Máscara 2, Blanco: Zonas mostrando alteración; Negro: Zonas sin alteración.

1 Procedimiento ENVI Classic

- Basic Tools → Masking → Build Mask: Seleccionar el "Display" en base al cual se creará la máscara.
- Options → Import Data Range → Ingresar un rango para cada clasificación.
- Options → Selected Areas "On" → Apply.
- Elegir nombre de archive de salida (sugerencia: *Mask_alter.**)



6.8. Composición de mapa final:

6.8.1. Determinar el sentido de las PCs elegidas e invertirlas si fuera necesario (caso: PCs negativas, ver figura 8 y Tabla N° 4).

INSTRUCTIVO

Código : DL-I-033
 Versión : 02
 Fecha aprob.: 16/05/2016
 Página : 8 de 10

OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR ALTERACIONES HIDROTERMALES (ARGÍLICA-FÍLICA-PROPIÍTICA) Y ÓXIDOS (Fe³⁺) UTILIZANDO IMÁGENES ASTER

Tipo de alteración	Contraste espectral (firma espectral)	Análisis de eigenvectores (*.sta)	¿Cumple contraste?	Invertir	Nueva PC
<i>aln-cao-dck</i>	B4 > B6	PC3	No	Si	-PC3
<i>sm-ill-mus</i>	B5 > B6	PC4	No	Si	-PC4
<i>clt-ep-cac</i>	B5 > B8	PC4	No	Si	-PC4
Óxidos	B2 > B1	PC3	No	Si	-PC3

Tabla N° 5. Componentes Principales finales que determinan las abundancias relativas de los diferentes tipos de alteración.

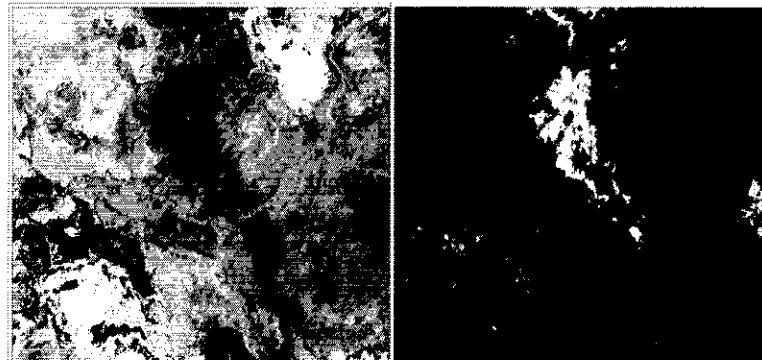


Figura 8. Componente principal calculada para Alteración argílica: Izquierda: PC3, Derecha: -PC3.

1 Procedimiento ENVI Classic

- Basic Tools → Band Math: ingresar B1*(-1) → Add to list → ok.
- Ingresar la PC que se desea invertir.

6.8.2. Unir las tres PCs o "Abundancias relativas" correspondientes a *aln-cao-dck*, *sm-ill-mus* y *clt-ep-cac*, asociados a alteraciones Argílica, Fílica y Propilítica, respectivamente (según Tabla N° 1, para el ejemplo del presente instructivo).


1 Procedimientos ENVI Classic

- Basic tools → Layer stacking → Import File: Seleccionar las tres PC y ordenar según corresponda:
- Elegir el archivo (AFP_dPC.*) en formato ENVI.

6.8.3. Aplicar la máscara al archivo conteniendo las tres PCs Argílica-Fílica-Propilítica (AFP).



Figura 9. Composición color de las abundancias relativas AFP.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-033 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR ALTERACIONES HIDROTERMALES (ARGÍLICA-FÍLICA-PROPILÍTICA) Y ÓXIDOS (Fe3+) UTILIZANDO IMÁGENES ASTER	Página : 9 de 10

6.8.4. Superponer la composición color a la banda 3.

1 Procedimiento ENVI Classic

- Map → Mosaicking → Georeferenced → Import Files and Edit properties: Importar la banda 3 y AFP_dPC.*

	Data Value to ignore	Color Balancing
AFP dPC	0	Fixed
Banda 3	0	Adjust

- La Banda 3 debe ir al fondo → Apply

Figura 10. Mapa de Alteraciones Argílica Fílica Propilítica obtenida con el método de componentes Principales.

6.8.5. Siguiendo las instrucciones del presente instructivo, la composición final de tipos de alteraciones ASTER obtenida con el método de componentes principales, así como con el método de ratios, debe ser similar, tal como se observa en las figuras 10 y 11.

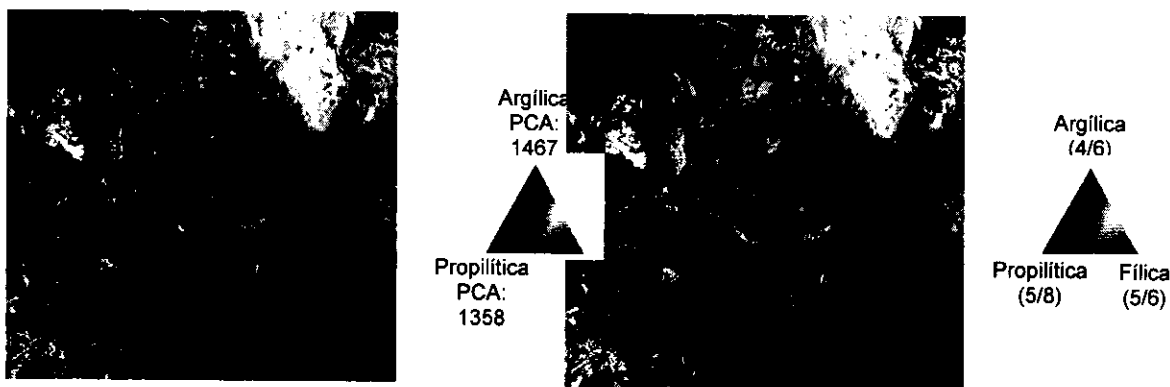


Figura 11. Mapa de *ain-cao-dck*, *sm-ill-mus* y *clt-ep-cac*, asociados a alteraciones Argílica, Fílica y Propilítica, *respectivamente*, obtenida con los métodos de componentes principales y ratios.

6.9. IMPRESIÓN:

Referirse al instructivo de impresión de imágenes satelitales y productos derivados (DL-I-031)

7. INSTRUCCIONES

7.5. DL-I-035 Pre Procesamiento imágenes ASTER

7.6. DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y/o productos derivados.

8. DURACIÓN

No aplica





INSTRUCTIVO

OBTENCIÓN DE ANOMALÍAS ESPECTRALES POR ALTERACIONES HIDROTERMALES (ARGÍLICA-FÍLICA-PROFILÍTICA) Y ÓXIDOS (Fe³⁺) UTILIZANDO IMÁGENES ASTER

Código : DL-I-033
Versión : 02
Fecha aprob.: 16/05/2016
Página : 10 de 10

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica

10. REGISTROS (FORMATOS)

10.5. Archivos digitales de las clasificaciones obtenidas.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

No aplica


12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-034 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	CLASIFICACIÓN DE MINERALES UTILIZANDO IMÁGENES ASTER	Página : 1 de 9

1. FINALIDAD

El presente instructivo tiene como finalidad estandarizar el método empleado en el procesamiento de las imágenes satelitales ASTER, para la clasificación supervisada de minerales en superficie de zonas con presencia de los mismos.

2. ALCANCES

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos y externos, en procesamiento de imágenes multi-espectrales Terra ASTER.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1 Ducart, D. F. (2004) - Caracterização da alteração hidrotermal associada às ocorrências auríferas de Los Menucos, Argentina, por meio de técnicas de sensoramiento remoto e espectroscopia de reflectancia. 2004. 88 p. UNICAMP
- 3.2 Amato, U., et al. (2009) Experimental Approach to the Selection of the Components in the Minimum Noise Fraction, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, vol. 47, Nº 1, January 2009, 153-160
- 3.3 Pérez, D (2010) – Mapeo Mineral Sensores Remotos, En: Curso Sensores Remotos – UBA, Buenos Aires, 2010
- 3.4 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.2 El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DE INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del procesamiento digital de las imágenes TERRA ASTER, utilizando la herramienta hiperespectral Spectral Hourglass y adaptando su metodología de trabajo (Figura 1) a imágenes multiespectrales ASTER, haciendo uso del software ENVI Classic v5.0, para la determinación de superficie de minerales asociados a depósitos epitermales de alta y baja sulfuración y a depósitos metálicos. Los mapas obtenidos son útiles en etapas exploratorias y en la determinación de guías de mineralización.



CLASIFICACIÓN DE MINERALES UTILIZANDO IMÁGENES ASTER

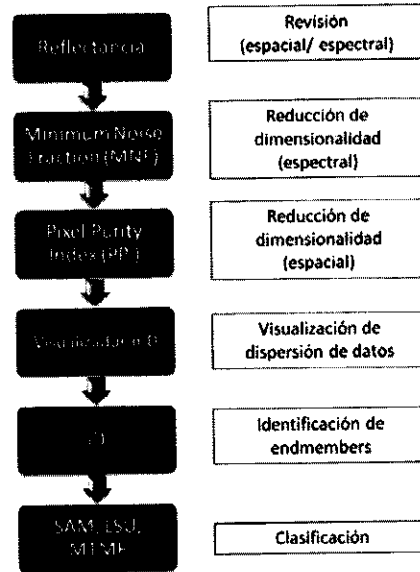


Figura 1. Diagrama de flujo del Spectral Hourglass

6.1. Datos de entrada

6.1.1. Imagen multi-espectral debidamente corregida geométricamente y/o calibrada (Ref.: Instructivo Pre Procesamiento imágenes ASTER). En el caso de la imagen del sensor ASTER, éstas deben contener las bandas 1, 2, 3N, 4, 5, 6, 7, 8 Y 9 en formato ENVI.

6.1.2. Niveles aceptados:

- *****_reflectancia.* Imagen ASTER en reflectancia (Recomendado)

👉 Imagen usada para el presente instructivo:
pg-PR1A0000-2001082601_003_056

6.2. Reflectancia

Para la estimación de la reflectancia referirse al instructivo DL-I-031 Pre Procesamiento imágenes ASTER.

6.3. Minimum Noise Fraction (MNF)

La transformación MNF modificada de Green et al. (1988), es una transformación lineal que se compone de las siguientes rotaciones, por separado, de Análisis de Componentes Principales - PCA (ver Instructivo DL-M-005, para principio del método PCA):

- La primera rotación de componentes principales utiliza la covarianza del ruido de la matriz de correlación y re-escala el ruido en los datos (un proceso conocido como blanqueamiento de ruido), lo que transforma los datos en los que el ruido tiene variaciones menores y no hay correlaciones de banda a banda.



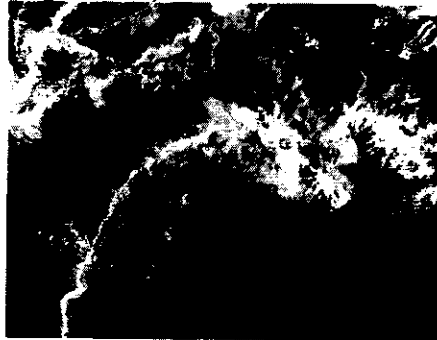
- La segunda rotación utiliza las componentes principales de los datos de la imagen original después de haber sido blanqueado por el ruido en la primera rotación y son redimensionados por la desviación estándar del ruido.

Determina la dimensionalidad de la imagen, segrega el ruido de los datos y reduce los requerimientos de hardware inherentes al proceso. Asimismo determina la coherencia espacial en las auto-imágenes (eigen-imágenes) y define la diferencia entre la "señal" y "ruido", permitiendo realizar análisis específicos y precisos.

La dimensionalidad inherente de los datos se determina mediante el análisis de los auto-valores finales y sus imágenes asociadas. Se puede dividir el espacio de datos en dos partes: una parte vinculada a auto-valores mayores y eigen-imágenes coherentes (Figura 2.a), y una parte complementaria con auto-valores cercanos a la unidad e imágenes dominadas por ruido (Figura 2.b). Utilizando sólo las porciones coherentes el ruido es separado de los datos, mejorando así los resultados del tratamiento espectral.

1 ENVI Classic v5.0

- En el menú principal de ENVI: Spectral → MNF Rotation → Forward Rotation → Estimate Noise Statistics from Data → Seleccionar imagen a utilizar.
- En la ventana emergente → Asignar nombre y ubicación a los archivos de salida (Imagen MNF).



(a) MNF-1



(b) MNF-9

Figura 2. Imágenes producto de la transformación MNF

- Debido a que el MNF-9 tiene gran predominio de ruido, de ahora en adelante para futuros análisis se usaran solo las 8 primeras bandas del MNF.

6.4. Pixel Purity Index (PPI)

Tiene como objetivo encontrar los píxeles espectralmente puros o "extremos". Éstos píxeles "puros" corresponden a materiales cuyos espectros se combinan linealmente dando lugar al rasgo espectral de la imagen. El resultado es una imagen (imagen PPI) en que el ND de cada píxel, corresponde al número de veces que el píxel es registrado como valor extremo (Figura 3), de esta manera, la luminosidad de los píxeles en la imagen, marca la situación espacial de los extremos espectrales ("endmembers"). La imagen obtenida se usa para seleccionar varios centenares de píxeles para el análisis total, reduciéndose significativamente el número de píxeles a ser examinados.



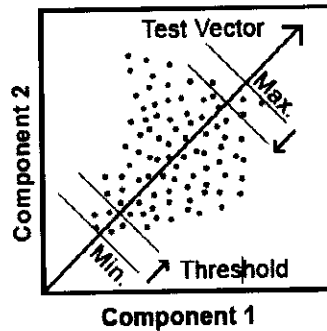


Figura 3. Pixeles con valores máximos de proyección.

1 ENVI Classic v5.0

- En el menú principal de ENVI: Spectral → Pixel Purity Index → [FAST] New Output Band o New Output Band → Seleccionar imagen a utilizar (imagen MNF)
- En la ventana emergente → Asignar nombre y ubicación a los archivos de salida (Imagen PPI).
- La imagen PPI contiene todos los pixel extremos o espectrales puros.

6.5. Visualizador n-D

El visualizador n-D es una herramienta interactiva (Figura 4) que se utiliza para la selección de endmembers en el espacio n-D. Se puede pensar en los espectros como puntos en un diagrama de dispersión n-dimensional, donde n es el número de bandas. Las coordenadas de los puntos en el espacio n-D consisten de n-valores de reflectancia espectral en cada banda para un determinado pixel. Se utiliza la distribución de estos puntos en el espacio n-D para estimar el número de endmembers espectrales puros y sus firmas espectrales.

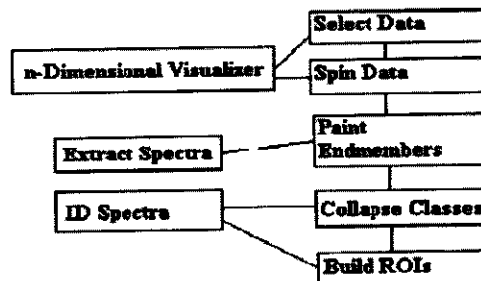


Figura 4. Flujo de trabajo del visualizador n-D



1 ENVI Classic v5.0

- En el menú principal de ENVI: Spectral → n-Dimensional Visualizer → Visualize with New Data
- En n-D Visualizer Input File → Seleccionar imagen a utilizar (Imagen MNF) → click "Spectral Subset" → Seleccionar la 8 primeras bandas.
- Con el n-D Controls seleccionar las bandas a visualizar, y luego identificar grupos de pixels o "cluster" (Figura 5).

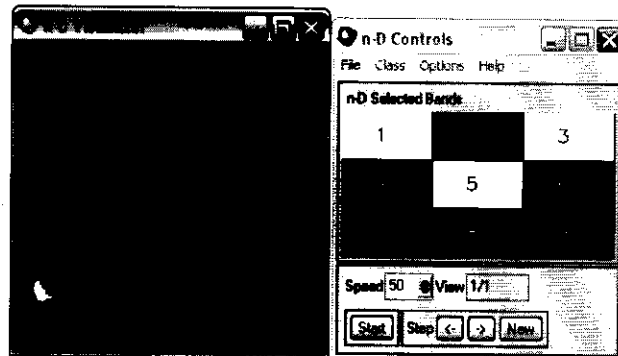


Figura 5. Selección de grupos de pixeles

- En los controles n-D: Options → Export All
- En ROI Tool: click "Select All" y luego "Stats"
- En ROI Statistics Results: click "Select Plot" y luego "Mean for all ROIs" para extraer la reflectancia promedio.
- En ROI Statistics Results: click botón derecho del mouse dentro de ROI Means → File → Save Plot As → Spectral Library...
- En Output Plots to Spectral Library → click "Select All Items" → click "OK"
- En Output Spectral Library: Z Plot Range de "0" a "1" → Seleccionar "Micrometers" como unidades de longitud de onda → Ingresar el nombre de la librería espectral de salida (endmembers) → click "OK".

6.6. Clasificación digital de imágenes ASTER

A través de la clasificación digital de imágenes se puede obtener zonas con presencia de minerales que implica categorizar una imagen multiespectral en base a un espectro de referencia. Las fases de clasificación digital abarcan la definición digital de categorías y la agrupación de los píxeles de la imagen en una de esas clases. Algunos los métodos de clasificación son Linear Spectral Unmixing (LS), Spectral Angle Mapper (SAM) y el Mixture Tuned Matched Filtering se describen a continuación.

6.6.1. Linear Spectral Unmixing (LSU)

Los píxeles de una imagen, representan áreas de varios metros cuadrados. Estos píxeles, generalmente están compuestos de ensambles de materiales. El espectro mixto recibido por la mayoría de los sensores es una combinación lineal de los espectros "puros" o "extremos", y sus pesos en la combinación lineal dependen de la fracción de área que ocupan.



Los píxeles mixtos, pueden analizarse usando un modelo matemático donde el espectro observado es el resultado de la suma de los productos entre el espectro puro del material "extremo" por el porcentaje de abundancia correspondiente. El resultado de este proceso, es una serie de imágenes en tono de grises, uno por cada material seleccionado y una imagen que representa el error medio cuadrático, denominada imagen RMS.

1 ENVI Classic v5.0

- En el menú principal de ENVI: Spectral → Mapping Methods → Linear Spectral Unmixing → Seleccionar la imagen de la transformación MNF
- En Endmember Collection Unmixing: Import → From Spectral Library File... → Seleccionar la librería espectral de referencia (Se puede usar la librería creada a partir del visualizador n-D u otra librería).
- En Input Spectral Library: Seleccionar las firmas espectrales → click "OK"
- En Endmember Collection Unmixing: click "Select All Items" → click "Apply" Ingresar el nombre del archivo de salida → click "OK"
- El resultado son imágenes de abundancia y de error RMS (Figura 6).

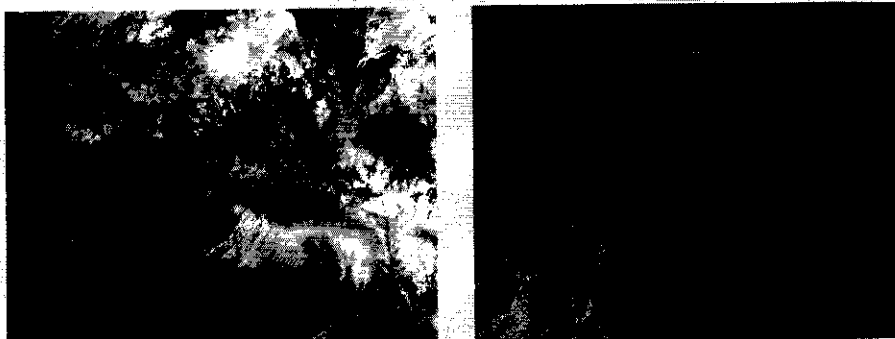


Figura 6. Imagen abundancia para la kaolinita (Izquierda), Imagen error RMS (Derecha)

6.6.2. Clasificación Spectral Angle Mapper (SAM)

Este algoritmo, mide la similitud entre un espectro desconocido, con uno referencial en n-dimensiones (Figura 7). Estos espectros son tratados como vectores en n-espacios y el ángulo que forman se denomina "ángulo espectral". Este valor en radianes es asignado al píxel correspondiente en la imagen resultante SAM, es una clasificación supervisada en la que cada color de la imagen representa un tipo de material seleccionado.

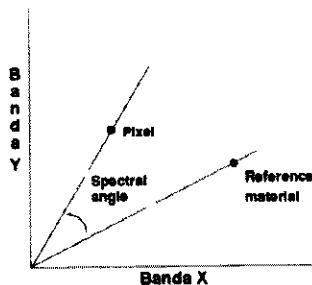


Figura 7. Espacio n-dimensional



1 ENVI Classic v5.0

- En el menú principal de ENVI: Spectral → Mapping Methods → Spectral Angler Mapper → *Seleccionar la imagen multispectral* → seleccionar mascara (ver instructivo DL-M-005, punto 3.3) → click "OK"
- Endmember Collection → Import → Seleccionar librería espectral de referencia Seleccionar los minerales a clasificar → click "Apply"
- En "Set Maximum Angle (radians)" ingresar ángulo máximo en radianes → Ingresar nombre de archivos de salida: archivos de estadística (extensión .sta) y archivo de clasificación → click "OK"
- En el menú principal Classification → Post Classification → Rule Classifier → Seleccionar el archivo de salida del SAM → Click "OK"
- En Rule Image Classifier Tool: Ingresar 99% → click "Set All Thresholds" → click "Quick Apply" para visualizar la imagen clasificación
- Para guardar la clasificación: click "Save To File..." → Ingresar el nombre del archivo de salida → click "OK", se obtiene el mapa de clasificación SAM (Figura 8).

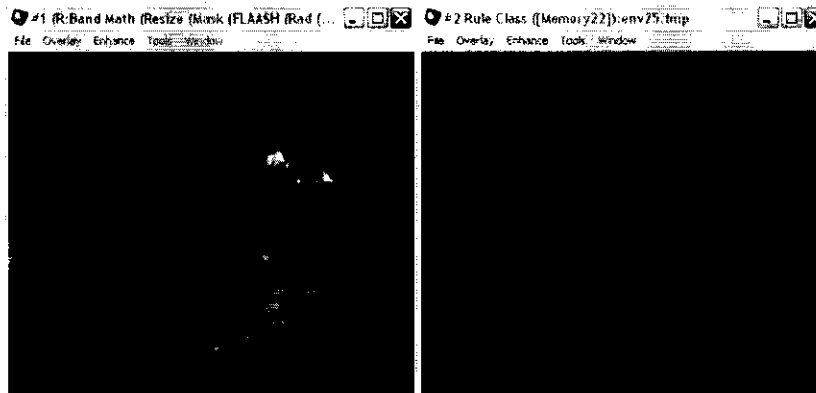


Figura 8. Clasificación SAM

6.6.3. Mixture Tuned Matched Filtering (MTMF)

Es un filtro que permite discriminar con mayor eficacia los endmembers, reduciendo el número de "positivos falsos" que a veces se calculan al usar Matched Filtering (MF).

1 ENVI Classic v5.0

- En el menú principal de ENVI: Spectral → MNF Rotation → Apply Forward MNF to Spectra → Seleccionar el archivo de estadísticas de la transformación MNF
- En la ventana emergente → Import → from Spectral Library file... → Seleccionar la Librería espectral de referencia (Obtenida con el Visualizador n-D, librería espectrales como la USGS, JPL, o firmas espectrales recolectadas con espectrorradiómetro, Ref.: DL-M-008) → Seleccionar las firmas espectrales a transformar → "OK" → "Apply"
- En Spectral Library Plots: File → Save Plot As → Spectral Library
- En Output Spectral Library: Z Plot Range ingresar los valores máximos y mínimos de los espectros → Seleccionar "Micrometers" como unidades de longitud de onda → Ingresar el nombre de la librería espectral de salida (librería MNF) → click "OK".
- En la Figura 9 se compara los espectros de reflectancia y los espectros luego de la transformación MNF.



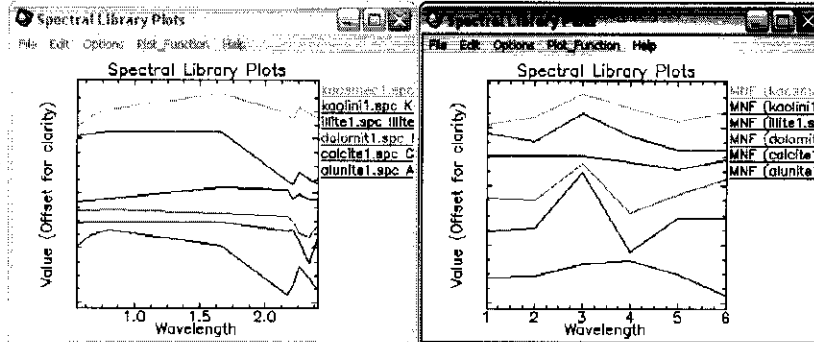


Figura 9. Firmas espectrales en reflectancia (Izquierda), Firmas espectrales MNF (Derecha)

- Spectral → Mapping Methods → Mixture Tuned Matched Filtering.
- Seleccionar la imagen a clasificar (imagen MNF) → click "Spectral Subset" → Seleccionar la 8 primeras bandas → seleccionar la máscara (ver Instructivo DL-M-005, punto 3.3) → click "OK"
- Import → from Spectral Library file... → Seleccionar la librería espectral transformada (librería MNF, Obtenida en los pasos anteriores)
- Seleccionar espectros → click "OK" → Seleccionar los espectros a clasificar → click "Apply" → Ingresar nombre de archivos de salida: archivos de estadística (extensión .sta) y archivo de clasificación (clasificación MTMF) → click "OK"
- En el menú principal Classification → Post Classification → Rule Classifier → Seleccionar la imagen de clasificación MTMF → Click "OK"
- En Rule Image Classifier Tool (Figura 10): Deseleccionar todos los "Infeasibility" → Ingresar 99% → click "Set All Thresholds" → click "Quick Apply" para visualizar la imagen clasificación

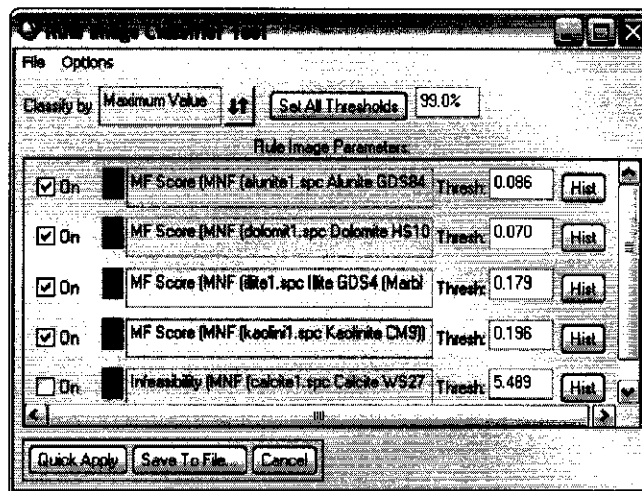


Figura 10. Herramienta de clasificación del ENVI



CLASIFICACIÓN DE MINERALES UTILIZANDO IMÁGENES ASTER

- Para guardar la clasificación: click "Save To File..." → Ingresar el nombre del archivo de salida → click "OK", se obtiene el mapa de clasificación de minerales (Figura 11).

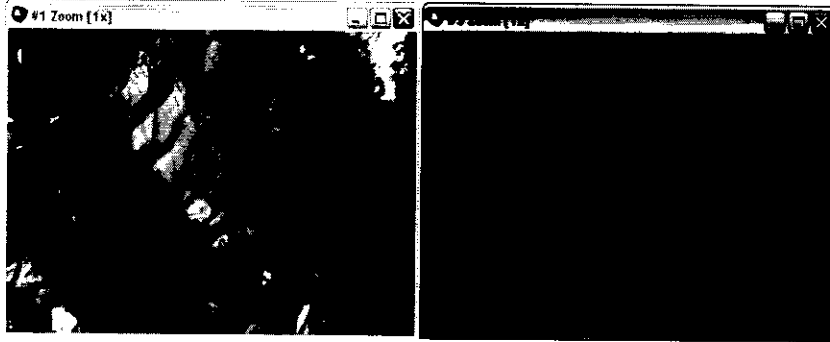


Figura 11. Clasificación MTMF

6.7. IMPRESIÓN

Referirse al instructivo DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y productos derivados.

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica

10. REGISTROS (FORMATOS)

- 10.1. Archivos digitales de las clasificaciones obtenidas.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS


No aplica

12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-035 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ASTER	Página : 1 de 9

1. FINALIDAD

El presente instructivo tiene como finalidad estandarizar el procedimiento seguido para la realización del pre procesamiento de imágenes satelitales ASTER; que comprende las correcciones geométricas y radiométricas.

2. ALCANCES

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos y externos, en pre procesamiento de imágenes multi-espectrales TERRA ASTER.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. SILC Sensor Information Laboratory Corp – SILCAST Operation Manual for non-commercial use, 2006, 11p.
- 3.2. Abrams, M., et al. (2001) - *ASTER Users Handbook*, Jet Propulsion Laboratory, Version 2, p 10, 20, 22, 25-28
- 3.3. Matthew, M. et al. – Atmospheric Correction of Spectral Imagery: Evaluation of the FLAASH Algorithm with AVIRIS Data, Spectral Sciences, Inc.
- 3.4. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.2. El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DE INSTRUCTIVO


El presente instructivo establece la secuencia del pre procesamiento digital de las imágenes TERRA ASTER, haciendo uso de los programas SILCAST 1.07A y ENVI Classic v5.0, en la ortorrectificación, corrección de bordes por error de paralaje y estimación de radiancia y reflectancia espectral a partir de los niveles digitales de imágenes ASTER.

6.1 Datos de entrada


- 6.1.1 Imagen multi-espectral en nivel digital. En el caso de la imagen ASTER, éstas deben contener las bandas 1, 2, 3N, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 en formato TIF.

- 6.1.2 Niveles aceptados:



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-035 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ASTER	Página : 2 de 9

- *****_ND.* Imagen ASTER en ND.

 Imagen usada para el presente instructivo:

pg-PR1A0000-2001082601_003_056

6.2. Correcciones geométricas

6.2.1 Ortorrectificación

Ortorrectificación es una forma de rectificación que corrige el desplazamiento debido al terreno y que se puede usar si existe un DEM del área de estudio. Está basada en las ecuaciones de colinealidad, que se pueden derivar usando GCPs (puntos de control terrestre) en 3D. En áreas relativamente planas, la orrorrectificación no es necesaria, pero en áreas montañosas, en las cuales se requiere un alto grado de exactitud, se recomienda la orrorrectificación.

Las variaciones topográficas en la superficie de la tierra y la inclinación del satélite afectan la distancia con la que se muestran las características en la imagen satelital. Cuanto más topográficamente diverso sea el paisaje, tanto mayor será la distorsión inherente en la imagen (Figura 1). Para realizar estas correcciones a las imágenes ASTER se utiliza el software SILCAST, que realiza la orrorrectificación y extracción de modelos de elevación digital (DEM) a partir de imagen ASTER L1A y L1B en formato HDF.

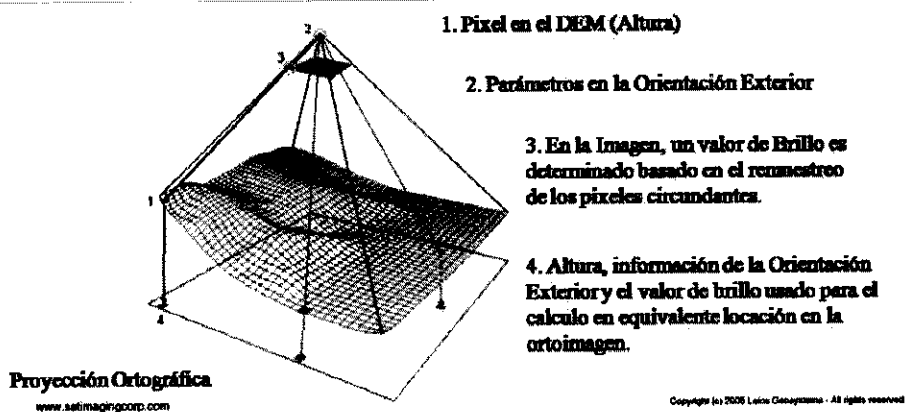


Figura 1. Proceso de orrorrectificación de imágenes



SILCAST:

- Ejecutar el programa SILCAST 1.07A (Figura 2) → click "DEM+ORTHO"




Figura 2. Entorno del SilcAst 1.07A

- En Input File Selection: Seleccionar la Imagen ASTER L1A o L1B en formato HDF.
- En Ortho-Rectified Image Parameters (Figura 3): Seleccionar las opciones para nuestro proceso → Ingresar nombre de los archivos de salida → click "DONE".

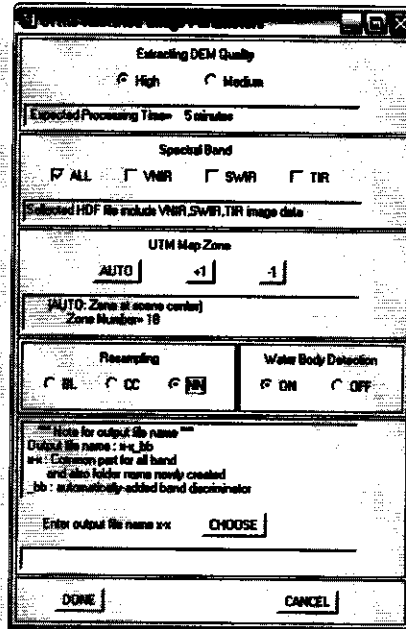


Figura 3. Selección de opciones para el proceso

6.2.2. Correcciones de borde debido al error de paralaje

Las bandas de las imágenes ASTER sufren errores de paralaje, porque los arreglos de sensores para las diferentes bandas no están perfectamente alineados. Esto da lugar a que las bandas se desplacen en el espacio respecto a las otras, por lo tanto tiene un gran impacto en la calidad de la imagen si no se corrige (Figura 4-izquierda). Para corregir la imagen se realiza un enmascaramiento para redimensionar las bandas de las imágenes tomando como referencia la banda más pequeña, que generalmente es la banda 7, y de esta manera tener una imagen sin errores en los bordes (Figura 4-derecha).

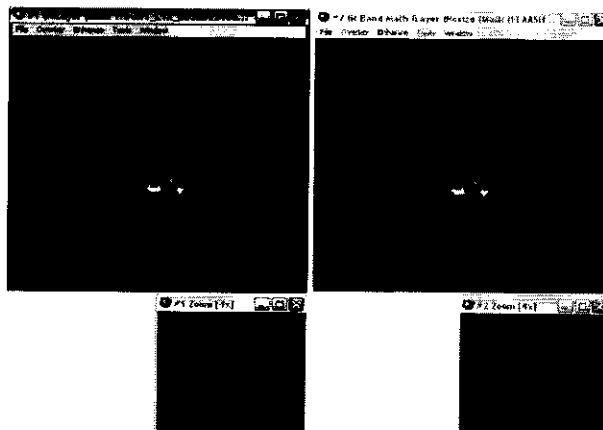



Figura 4. Imagen sin corregir (Izquierda), Imagen enmascarada (Derecha)



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-035 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ASTER	Página : 4 de 9

- 1 ENVI Classic v5.0**
- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Build Mask → *Seleccionar la ventana en la que se visualiza la imagen a corregir*.
 - En la ventana emergente: Options → Import Data Range... → *Seleccionar la banda 7 de la imagen a corregir e ingresar "0" (cero) en Data Min Value y Data Max Value.*
 - Options → Selected Areas "Off"
 - Ingresar nombre del archivo de salida → click "OK".
 - En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Apply Mask → *Seleccionar la imagen a corregir*
 - En Select Mask Band se elige la máscara previamente construida → Ingresar nombre de los archivos de salida → click "OK".

6.3.3 Correcciones radiométricas

Debido a que el sensor del satélite se encuentra orbitando a una altura de 705 Km aproximadamente, la respuesta radiométrica que recibe desde la superficie se modifica a consecuencia de su paso por la atmósfera. Uno de los efectos más importantes de la atmósfera en las radiaciones visibles e infrarrojas próximas es debido a la dispersión producida por las moléculas de los gases (dispersión de Rayleigh). Otros efectos de dispersión atmosférica son debidos a la presencia de partículas de aproximadamente el mismo tamaño que las longitudes de onda (aerosoles), pero son más esporádicos y suelen presentarse únicamente en días de atmósferas poco nítidas.

Para aproximar la respuesta recibida por el sensor a la real del objeto observado en la superficie terrestre, se aplican métodos para calcular la radiancia espectral en el sensor y luego eliminar o reducir la dispersión que ocurre en la atmosfera.

6.3.4 Conversión de Nivel Digital a Radiancia

Se realiza la calibración radiométrica en el cual los Niveles Digitales (ND), de las imágenes ASTER ortorectificadas son convertidos a radiancia en sensor, con la siguiente relación:

$$Rad_i = (ND_i - 1) \times coef_i \dots (1)$$

Donde:

- Rad_i : Radiancia de la banda i
- ND_i : Nivel digital de la banda i
- coef_i : Coeficiente de re calibración de la banda i (Ver Tabla 1)



Band No.	Coefficient ($W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m) DN$)			
	High gain	Normal Gain	Low Gain 1	Low gain 2
1	0.676	1.688	2.25	N/A
2	0.708	1.415	1.89	
3N	0.423	0.862	1.15	
3B	0.423	0.862	1.15	
4	0.1087	0.2174	0.290	0.290
5	0.0348	0.0696	0.0925	0.409
6	0.0313	0.0625	0.0830	0.390
7	0.0299	0.0597	0.0795	0.332
8	0.0209	0.0417	0.0556	0.245
9	0.0159	0.0318	0.0424	0.265
10	N/A	6.822×10^{-3}	N/A	N/A
11		6.780×10^{-3}		
12		6.590×10^{-3}		
13		5.693×10^{-3}		
14		5.225×10^{-3}		

Tabla 1. Coeficientes de conversión (Fuente: ASTER User Handbook Versión 2)

1 ENVI Classic v5.0

- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Band Math → *Ingresar las siguiente expresión:*

$$(b(i)-1) * coef(i)$$

- Seleccionar la banda correspondiente a cada coeficiente:

$$b(i) \rightarrow \text{banda ASTER}$$

$$coef(i) \rightarrow \text{coeficiente de calibración correspondiente a la } i\text{-ésima banda}$$

- Ingresar nombre de los archivos de salida → click "OK". (estos son archivos temporales que pueden ser guardados en la memoria del programa).
- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Layer Stacking.
- En Layer Stacking Parameters → click "Import Files..." → seleccionar los archivos de radiancia anteriormente creados.
- En Layer Stacking Parameters → click "Reorder Files..." → Ordenar los archivos de forma descendente (la radiancia correspondiente a la banda 1 en la parte superior y la radiancia correspondiente a la bande 9 en la parte inferior).
- Ingresar nombre de los archivos de salida (imagen radiancia) → click "OK".

6.3.5 Corrección atmosférica

La propiedad usada para cuantificar la firma espectral de cada material es llamada reflectancia espectral: la razón de la energía reflejada y la energía incidente como una función de la longitud de onda. La reflectancia varía con la longitud de onda para la mayoría de los materiales (Figura 5), ya que la energía en ciertas longitudes de onda es dispersada o absorbida en diferentes grados.



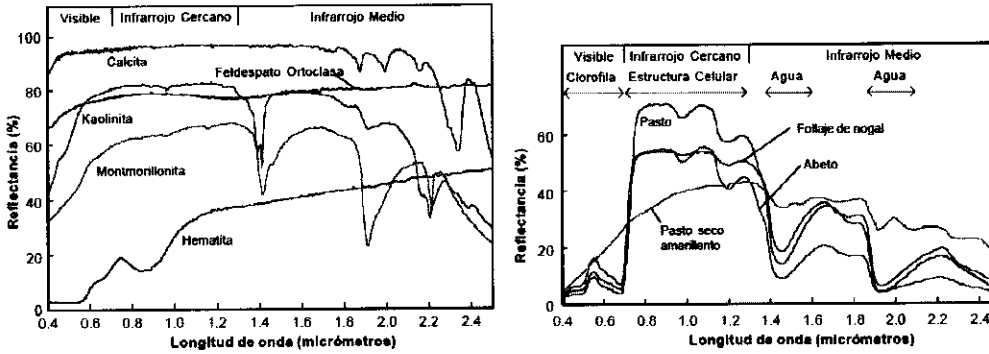


Figura 5. Espectroscopia de minerales y vegetales.

Estas variaciones de reflectancia son evidentes cuando se realiza un análisis espectral, para tal fin la radiancia de las imágenes ASTER es transformada en reflectancia (Figura 6) mediante la corrección atmosférica usando el modelo FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) incluido en el programa ENVI

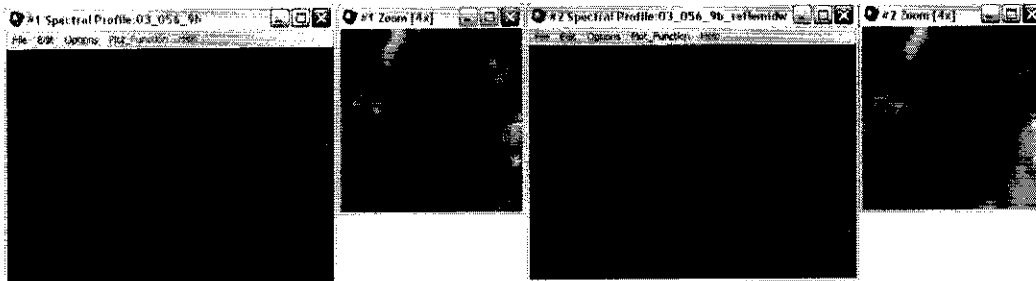


Figura 6. Radiancia espectral (Izquierda), Reflectancia obtenida con FLAASH (Derecha)

El modelo FLAASH incluye un método para recuperar la cantidad estimada de aerosol/neblina de píxeles de terrenos oscuros en la escena. FLAASH recupera la cantidad de aerosoles iterando ecuaciones sobre una serie de rangos visibles.

1 ENVI Classic v5.0

- Ejecutar FLAASH (Figura 7):
En el menú principal de ENVI: Spectral → FLAASH



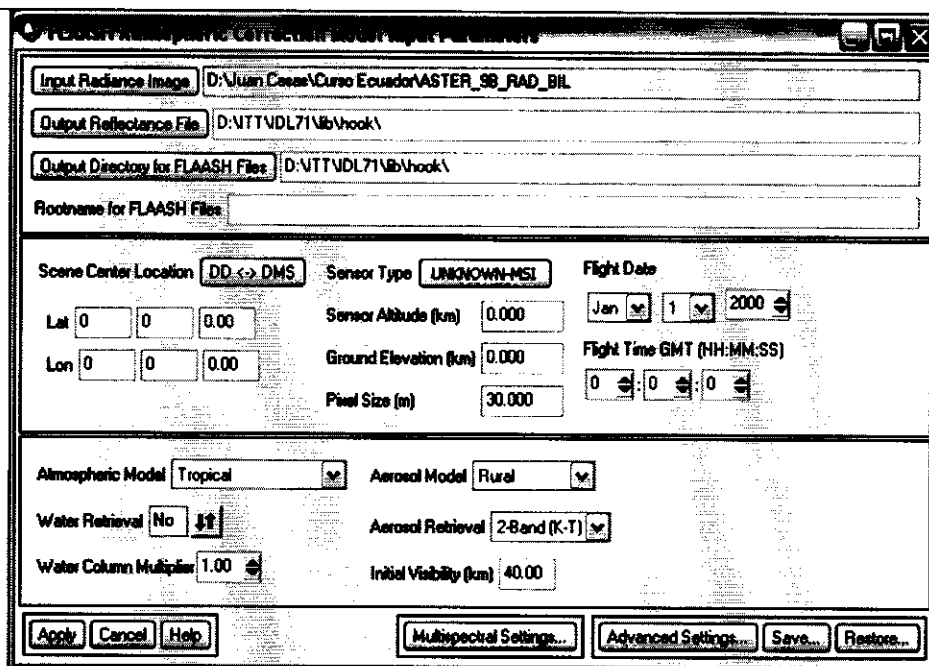


Figura 7. Entorno del FLAASH

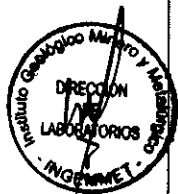
- Input Radiance Image: Ubicación del archivo de radiancia en formato BIL (Bandas Intercaladas por Línea)

👉 Para pasar una imagen a formato BIL:

- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Convert Data (BSQ, BIL, BIP) → Seleccionar la imagen a convertir (imagen radiancia) → click "OK"
- En Convert File Parameters → Seleccionar la BIP → Ingresar nombre de los archivos de salida (ejemplo rad_bil.*) → click "OK".

En Radiance Scale Factor → seleccionar "Use single scale factor all bands" → Click "OK" → Ingresar el valor "10.0".

- Output Reflectance File: Ruta de la ubicación del archivo de reflectancia a crearse a partir de la corrección atmosférica.
- Output Directoryfor FLAASH File: Ubicación de la archives temporales que se crea en el proceso de la corrección atmosférica.
- Scene Center Location: Coordenadas del centro de la escena ASTER.
- Sensor Type: Para este caso elegir ASTER.
- Flight Date: Fecha de toma de la imagen (Se obtiene de la metadata de la imagen).
- Flight Time GMT: Hora GMT de toma de la imagen (Se obtiene de la metadata de la imagen).
- Atmospheric Model: Modelo atmosférico (Tabla 2) que se utilizara para corregir la imagen.



Modelo Atmosférico	Vapor de Agua (g/cm ²)	Temperatura superficial del aire
Sub-Arctic Winter (SAW)	0.42	-16 °C
Mid-Latitude Winter (MLW)	0.85	-1 °C
U.S. Standard (US)	1.42	15 °C
Sub-Arctic Summer (SAS)	2.08	14 °C
Mid-Latitude Summer (MLS)	2.92	21 °C
Tropical (T)	4.11	27 °C

Tabla 2. Modelos atmosféricos

- Aerosol Model: Modelo de aerosoles a utilizara para la corrección.
- Click "Apply"

La imagen producto del modulo FLAASH, tiene valores enteros en el rango de 0 a 10000, y se necesita una reflectancia normalizada, es decir con valor entre 0 y 1, para lo cual realizamos:

- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Band Math → Ingresar las siguiente expresión:

$$b1/10000.0$$

Click "OK"

- En Variables to Bands Pairings: click "Map Variable to Input File" → Seleccionar la imagen de reflectancia producto del FLAASH.
- Ingresar nombre de los archivos de salida → click "OK".

6.4 Impresión

Referirse al DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y productos derivados.

7. INSTRUCCIONES

7.1. DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y/o productos derivados.

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica

10. REGISTROS (FORMATOS)

10.1. Archivos digitales de las correcciones realizadas.



11. GLOSARIO DE TÉRMINO

No aplica


12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-036 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES LANDSAT TM Y ETM+	Página : 1 de 7

1. FINALIDAD

El presente instructivo tiene como finalidad estandarizar el procedimiento seguido para la realización del pre procesamiento de imágenes satelitales LANDSAT TM y ETM+; que comprende las correcciones geométricas y radiométricas.

2. ALCANCE

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos y externos, en pre procesamiento de imágenes multi-espectrales LANDSAT TM Y ETM+.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1 Gyanesh, B., et al. (2009) - Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+ and EO-01 ALI sensors, Remote Sensing of Environment, 113, 893-903.
- 3.2 Matthew, M. et al. – Atmospheric Correction of Spectral Imagery: Evaluation of the FLAASH Algorithm with AVIRIS Data, Spectral Sciences, Inc.
- 3.3 Redondo, C. (2009) – Corrección topográfica de la imagen para mejorar las clasificaciones en zonas montañosas Modelos y métodos, En: Jornada de Corrección Topográfica de Imágenes de Satélite, 1, Oviedo, 2009
- 3.4 **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 3.1 El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 3.2 El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del pre procesamiento digital de las imágenes LANDSAT TM y ETM+, haciendo uso del software ENVI Classic v5.0, en la corrección de bordes por error de paralaje y estimación de la reflectancia espectral a partir de los niveles digitales de imágenes LANDSAT TM y ETM+.

6.1 Datos de entrada

- 6.1.1 Imagen multi-espectral en nivel digital. En el caso de la imagen LANDSAT TM y ETM+, éstas deben contener las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7, en formato TIF.
- 6.1.2 Niveles aceptados:



• *****_ND.* Imagen LANDSAT en niveles digitales.

Imagen usada para el presente instructivo:

L5002072_07220080802

6.2. Correcciones Geométricas

6.2.1. Ortorectificación

Ortorectificación es una forma de rectificación que corrige el desplazamiento debido al terreno y que se puede usar si existe un DEM del área de estudio. Está basada en las ecuaciones de colinealidad, que se pueden derivar usando GCPs (puntos de control terrestre) en 3D. En áreas relativamente planas, la ortorectificación no es necesaria, pero en áreas montañosas, en las cuales se requiere un alto grado de exactitud, se recomienda la ortorectificación.

Las variaciones topográficas en la superficie de la tierra y la inclinación del satélite afectan la distancia con la que se muestran las características en la imagen satelital. Cuanto más topográficamente diverso sea el paisaje, tanto mayor será la distorsión inherente en la imagen (Figura 1).

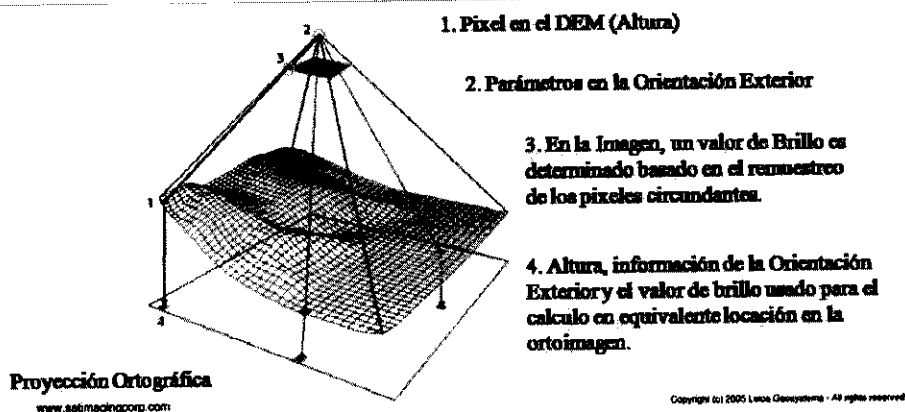


Figura 1. Proceso de ortorectificación de imágenes

Los servidores GLOVIS de la U.S. Geological Survey (USGS) y ESDI de Global Land Cover Facility (GLCF) distribuyen imágenes LANDSAT TM y ETM+ ortorectificadas.

6.2.2. Correcciones de bordes debido al error de paralaje

Las bandas de las imágenes LANDSAT presentan errores de paralaje, porque los arreglos de sensores para las diferentes bandas no están perfectamente alineados. Esto da lugar a que las bandas se desplacen en el espacio respecto a las otras, por lo tanto tiene un gran impacto en la calidad de la imagen si no se corrige (Figura 2-izquierda). Para corregir la imagen se realiza un enmascaramiento para



redimensionar las bandas de las imágenes tomando como referencia la banda más pequeña, que generalmente son las bandas 1 y 5, y de esta manera tener una imagen sin errores en los bordes (Figura 2-derecha).

1 ENVI Classic v5.0

- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Build Mask → Seleccionar la ventana en la que se visualiza la imagen a corregir.
- En Mask Definition: Options → Import Data Range... → Seleccionar la banda 1 de la imagen a corregir e ingresar "0" (cero) en Data Min Value y Data Max Value.
- En Mask Definition: Options → Import Data Range... → Seleccionar la banda 1 de la imagen a corregir e ingresar "0" (cero) en Data Min Value y Data Max Value.
- Options → Selected Areas "Off" → Ingresar nombre de los archivos de salida → click "OK".
- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Apply Mask → Seleccionamos la imagen a corregir
- En Select Mask Band se elige la máscara previamente construida → Ingresar nombre de los archivos de salida → click "OK".

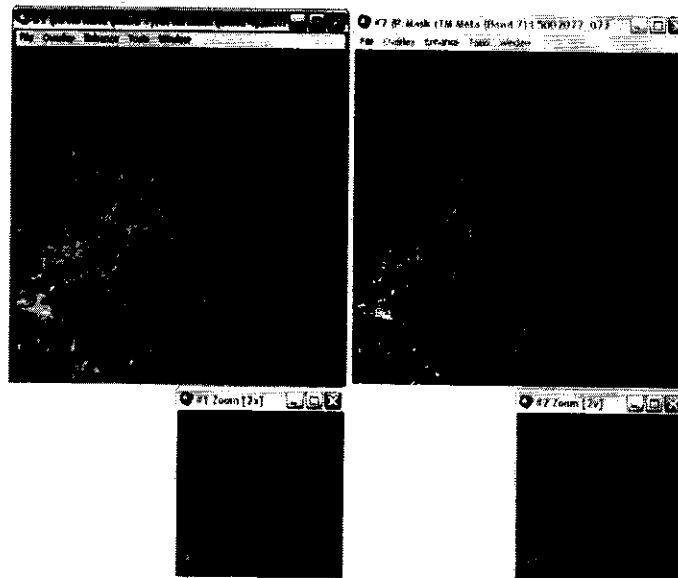


Figura 2. Imagen sin corregir (Izquierda), Imagen corregida (Derecha).

6.3 Correcciones Radiométricas

6.3.1 Conversión de Nivel Digital a Radiancia

La conversión de números digitales calibrados (ND_{cal}) en los productos $L1$ a radiancia espectral del sensor (L_{λ}) requiere del conocimiento de los factores de reescalamiento originales. La ecuación siguiente se utiliza para realizar la conversión de ND a radiancia para un producto $L1$:



$$L_{\lambda} = G_{rescale} \times ND + B_{rescale} \dots (1)$$

Los productos LANDSAT 5 generados antes del 5 de mayo de 2003 y convertidos a radiancia usando los antiguos parámetros (Tabla 1) no proporcionarán las mismas radiancias que las que se procesaron desde el 5 de mayo de 2003 y convertidos a radiancia con los nuevos parámetros (Tabla 1).

Rescaling Gain ($G_{rescale}$) and Bias ($B_{rescale}$)								
Processing Date	Mar 1, 1984 - May 4, 2003		May 5, 2003 - Apr 1, 2007		Apr 2, 2007 - Present			
Band	$G_{rescale}(IC)$	$B_{rescale}$	$G_{rescale}(LUT03)$	$B_{rescale}$	$G_{rescale}(LUT07)$	$B_{rescale}$	$G_{rescale}(LUT07)$	$B_{rescale}$
1	0.602431	-1.52	0.762824	-1.52	0.668706	-1.52	0.762824	-1.52
2	1.175100	-2.84	1.442510	-2.84	1.317020	-2.84	1.442510	-2.84
3	0.805765	-1.17	1.039660	-1.17	1.039660	-1.17	1.039660	-1.17
4	0.814549	-1.51	0.872588	-1.51	0.872588	-1.51	0.872588	-1.51
5	0.108078	-0.37	0.119662	-0.37	0.119662	-0.37	0.119662	-0.37
6	0.065158	1.2378	0.065158	1.2378	0.065158	1.2378	0.065158	1.2378
7	0.066960	-0.15	0.065294	-0.15	0.065294	-0.15	0.065294	-0.15

Tabla 1. Rangos dinámicos de L5 TM de post-calibración

1 ENVI Classic v5.0

Método 1

En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Band Math → Ingresar las siguiente expresión:

$$G(i) * b1 + B(i)$$

Seleccionar la banda correspondiente a cada coeficiente:

$G(i)$ → $G_{rescale}$ correspondiente a cada banda (Tabla 1)

$B(i)$ → $B_{rescale}$ correspondiente a cada banda (Tabla 1)

$b1$ → banda LANDSAT

Ingresar nombre de los archivos de salida → click "OK".

Método 2

En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Preprocessing → Calibration Utilities → Landsat calibration → Seleccionar la imagen a calibrar.

En ENVI Landsat Calibration → Ingresar datos de hora y fecha de adquisición de la imagen (estos datos se encuentran en la metadata de la imagen) → Elegir el tipo de calibración: "Radiance".

Ingresar nombre de los archivos de salida → click "OK".

6.3.2 Corrección Atmosférica

La propiedad usada para cuantificar la firma espectral de cada material es llamada reflectancia espectral: la razón de la energía reflejada y la energía incidente como una función de la longitud de onda. La reflectancia varía con la longitud de onda para la mayoría de los materiales (Figura 3) ya que la energía en ciertas longitudes de onda es dispersada o absorbida en diferentes grados. Estas variaciones de reflectancia son evidentes cuando se realiza un análisis espectral, para tal fin la radiancia de las imágenes LANDSAT son convertidos en reflectancia (Figura 4) mediante la corrección atmosférica usando el modelo FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) incluido en el programa ENVI (Figura 5).



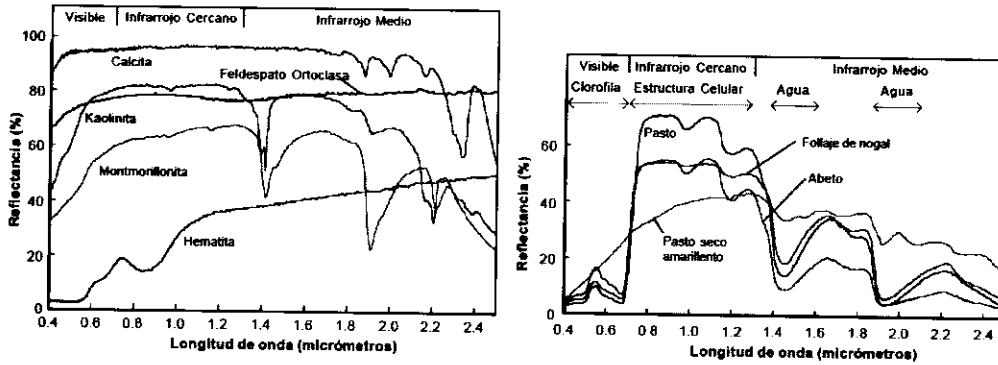


Figura 3. Espectroscopia de minerales y vegetales.

El modelo FLAASH incluye un método para recuperar la cantidad estimada de aerosol/neblina de píxeles de terrenos oscuros en la escena. FLAASH recupera la cantidad de aerosoles iterando ecuaciones sobre una serie de rangos visibles.

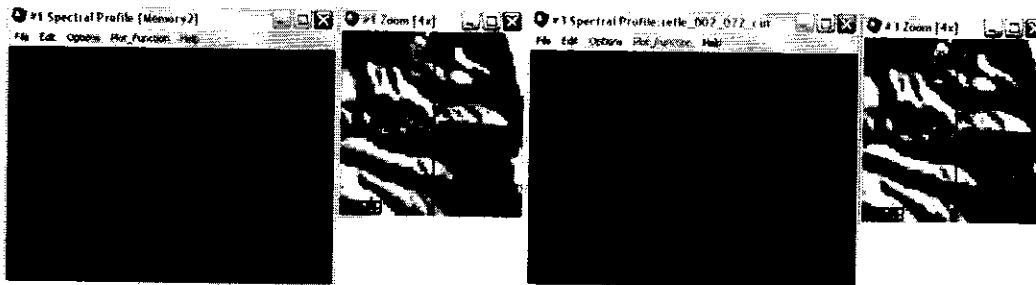


Figura 4. Radiancia espectral (Izquierda), Reflectancia obtenida con FLAASH (Derecha)

1 ENVI Classic v5.0

- Ejecutar FLAASH (Figura 8):
- En el menú principal de ENVI: Spectral → FLAASH

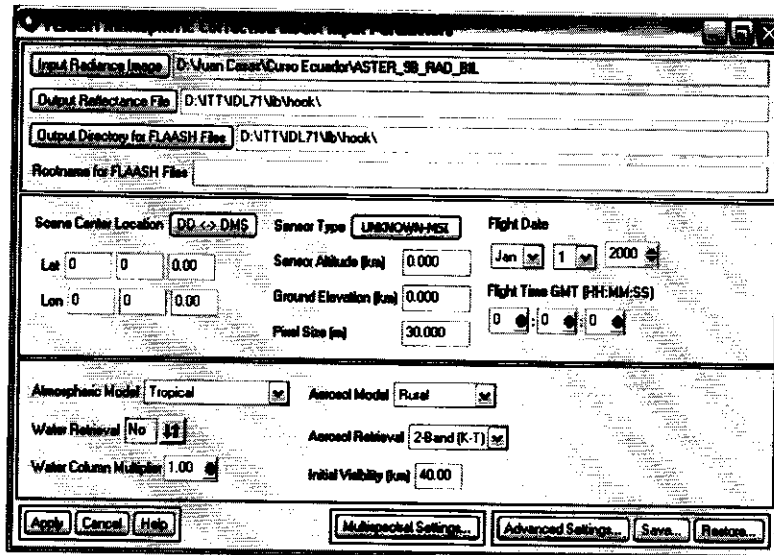


Figura 5. Entorno del FLAASH



PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES LANDSAT TM Y ETM+

- Input Radiance Image: Ubicación del archivo de radiancia en formato BIL (Bandas Intercaladas por Línea)

☞ Para pasar una imagen a formato BIL:

- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Convert Data (BSQ, BIL, BIP) → Seleccionar la imagen a convertir (imagen radiancia) → click "OK".
- En Convert File Parameters → Seleccionar la BIP → Ingresar nombre de los archivos de salida (ejemplo rad_bil.*) → click "OK".

En Radiance Scale Factor → seleccionar "Use single scale factor all bands" → Click "OK" → Ingresar el valor "10.0".

- Output Reflectance File: Ruta de la ubicación del archivo de reflectancia a crearse a partir de la corrección atmosférica.
- Output Directory for FLAASH File: Ubicación de la archivos temporales que se crea en el proceso de la corrección atmosférica.
- Scene Center Location: Coordenadas del centro de la escena LANDSAT.
- Sensor Type: Para este caso elegir LANDSAT.
- Flight Date: Fecha de toma de la imagen (Se obtiene de la metadata de la imagen).
- Flight Time GMT: Hora GMT de toma de la imagen (Se obtiene de la metadata de la imagen).
- Atmospheric Model: Modelo atmosférico (Tabla 2) que se utilizara para corregir la imagen de acuerdo a las condiciones de temperatura y humedad.

Modelo Atmosférico	Vapor de Agua (g/cm ²)	Temperatura superficial del aire
Sub-Arctic Winter (SAW)	0.42	-16 °C
Mid-Latitude Winter (MLW)	0.85	-1 °C
U.S. Standard (US)	1.42	15 °C
Sub-Arctic Summer (SAS)	2.08	14 °C
Mid-Latitude Summer (MLS)	2.92	21 °C
Tropical (T)	4.11	27 °C

Tabla 2. Modelos atmosféricos


- Aerosol Model: Modelo de aerosoles a utilizara para la corrección.
- Click "Apply".

☞ La imagen producto del módulo FLAASH, tiene valores enteros en el rango de 0 a 10000, para el análisis espectral se necesita una reflectancia normalizada, es decir con valores entre 0 y 1, para lo cual realizamos:

- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Band Math → Ingresar las siguiente expresión:

$$b1/10000.0$$



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-036 Versión : 02 Fecha aprob.: 16/05/2016
	PRE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES LANDSAT TM Y ETM+	Página : 7 de 7

Click "OK"

- En Variables to Bands Pairings: click "Map Variable to Input File" → Seleccionar la imagen de reflectancia producto del FLAASH.
- Ingresar nombre de los archivos de salida → click "OK".

6.4 Impresión

Referirse al DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y productos derivados.

7. INSTRUCCIONES

7.1. DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y/o productos derivados.

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica

10. REGISTROS (FORMATOS)

10.1. Archivos digitales de las correcciones realizadas.

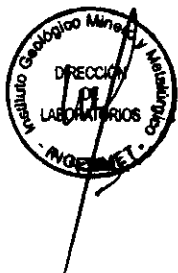
11. GLOSARIO DE TÉRMINO


No aplica

12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Página : 1 de 10

1. FINALIDAD

Establecer un instructivo para llevar a cabo el correcto lavado de material empleado para el desarrollo de los diferentes métodos en el laboratorio químico.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es aplicable para el material, que deba ser reutilizado, en su mayoría vidrio borosilicatado, en el laboratorio químico.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1 Manual de seguridad y salud ocupacional. Laboratorio de Química.
- 3.2 Hojas de Seguridad (MSDS) Hidroxilamina, Azul de bromotimol e Hidróxido de Sodio.
- 3.3 ***Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.***

4. REQUISITOS

El auxiliar quien realizará el lavado de material de laboratorio deberá en todo momento estar provisto de los Equipos de protección personal (EPP), gafas, guantes de nitrilo y de ser el caso de respirador semi-facial.


5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El auxiliar de laboratorio es el encargado de realizar el lavado de material.
- 5.2. El Responsable de Laboratorio, es el encargado de verificar el cumplimiento del presente procedimiento.
- 5.3. El Director de Laboratorio es el responsable de revisar y aprobar el presente procedimiento.
- 5.4. El Coordinador de calidad es el encargado de realizar el control y mantenimiento de este procedimiento.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El lavado de materiales del laboratorio (vidrio, teflón, cerámicos y plástico) se clasificarán según los análisis realizados en laboratorio químico, de acuerdo al Anexo tabla N°1, con el objeto de diferenciar e identificar el material para evitar la contaminación cruzada.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Página : 2 de 10

6.1. LAVADO DE MATERIAL TIPO A

- 6.1.1. El analista ubicará en la zona de lavado el material utilizado en los diversos análisis, rotulando según el tipo de material.
- 6.1.2. El auxiliar de laboratorio procederá a la eliminación de residuos líquidos de acuerdo al Manual de seguridad y salud ocupacional.
- 6.1.3. Luego procederá a remojar el material con residuos en agua con detergente Extran neutro o similar, una vez que se haya cumplido 2 ó 3 horas de remojo, el material como matraces volumétricos y tubos se lavaran con ayuda de una escobilla, en caso de ser material de teflón se lavará con un paño suave para eliminar por completo los residuos.

Nota: Solo en caso de material de mercurio se enjuagará con una solución de hidroxilamina al 12%, antes de remojar el material con detergente neutro.

- 6.1.4. Luego se enjuagará el material con agua potable, seguidamente con agua destilada con ayuda de una pizeta.
- 6.1.5. Se procederá a remojar en solución de ácido nítrico al 10% por un espacio de tiempo de 2 horas.
- 6.1.6. Luego se enjuagará con agua potable, seguidamente con agua destilada con ayuda de una pizeta.
- 6.1.7. Finalmente se secará el material en la estufa a una temperatura aproximada de 70 a 80°C, por el espacio de 2 horas.


6.2. LAVADO DE MATERIAL TIPO B

- 6.2.1. Se repetirá los pasos mencionados del punto 6.1.1 al 6.1.7, pero para el 6.1.5. el material para análisis de aguas permanecerá en una solución de ácido nítrico al 10% por más tiempo, 4 horas.

6.3. LAVADO DE MATERIAL TIPO C

- 6.3.1. El material empleado para determinación de aniones inorgánicos se remojará con detergente Extran neutro o similar, 2 ó 3 horas, después se lavará con ayuda de una escobilla.
- 6.3.2. Luego se enjuagará con agua potable, seguidamente con agua destilada con ayuda de una pizeta.
- 6.3.3. Se procederá a lavar con una solución de 0.2 g de Triton X-100 en 200 ml.
- 6.3.4. Luego se enjuagará el material con agua potable, seguidamente con agua destilada con ayuda de una pizeta.
- 6.3.5. Finalmente se secará el material en la estufa a una temperatura aproximada de 70 a 80°C, por 2 horas aproximadamente.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016 Página : 3 de 10

6.4. LAVADO DE MATERIAL TIPO D

- 6.4.1. El material empleado en la digestión por microondas se debe remojar en detergente Extran neutro o similar, por 2 horas prudente.
- 6.4.2. Luego se enjuagará el material con agua potable, seguidamente con agua destilada con ayuda de una pizeta.
- 6.4.3. Se procederá a remojar el material en solución de ácido nítrico al 10% durante 2 horas.
- 6.4.4. Luego se enjuagará el material con agua potable, seguidamente con agua destilada con ayuda de una pizeta.
- 6.4.5. Finalmente se secará el material en la estufa a una temperatura aproximada de 70 a 80°C, por 2 horas aproximadamente.
- 6.4.6. Se agregara 10 ml de solución de ácido nítrico al 5% a cada tubo, se colocará en el microondas según el programa de lavado.
- 6.4.7. Finalizado el programa se enjuagará con agua destilada, para finalmente disponer el material en los estantes correspondientes.

6.5 CONTROL DE LIMPIEZA DE MATERIAL

- 6.5.1 El material limpio antes de su uso se somete a una verificación de limpieza con solución de azul de bromotimol.
- 6.5.2 Agregar unas gotas de azul de bromotimol al material, si el color permanece verde el material está limpio y libre de residuos.
- 6.5.3 Si el color cambia a azul o amarillo el material presenta residuos alcalinos o ácidos respectivamente, en ambos casos se rechaza el material, se repite el proceso de lavado y se verifica nuevamente para tal efecto se registra en el formato DL-F-030 Control del Lavado de Material del Laboratorio.


6.6 PREPARACION DE AZUL DE BROMOTIMOL

- 6.6.1 Agregar 0.1g de azul de bromotimol a 16 ml de NaOH 0.01N
- 6.6.2 Diluir la solución a 250 ml con agua desionizada
- 6.6.3 Mantener refrigerada en frasco ámbar.
- 6.6.4 Preparación de NaOH 0.01N
- 6.6.5 Pesar 0.4 g y disolver en 1 Litro de agua ultrapura.

7. INSTRUCCIONES

No Aplica



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Página : 4 de 10

8. DURACION

No Aplica

9. DIAGRAMACION

No Aplica

10. REGISTROS

DL-F-030 Control del Lavado de Material del Laboratorio.

11. GLOSARIO DE TERMINOS

11.1 Pizeta. Es un recipiente cilindrico sellado con tapa rosca, el cual posee una extensión tubular con una abertura, capaz de entregar agua o cualquier líquido que se encuentre contenido en la pizeta, en pequeñas cantidades.

Normalmente se fabrica de plástico y su función principal en el laboratorio es "lavar", denominándose frasco lavador o matraz de lavado .Ver figura N° 1

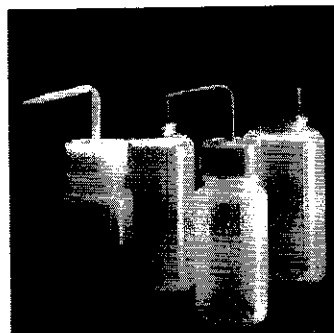
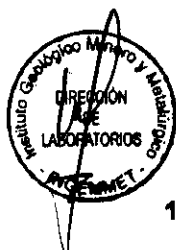


Figura N° 1


11.2 Azul de Bromotimol o timol sulfonaftaléina

Es un compuesto orgánico usado en laboratorio como indicador de pH. Es un polvo de color verde a pardo insoluble en agua, soluble en alcohol etílico y ácido acético tiene un olor característico, se descompone en ebullición, su densidad a 20°C es de 1,19 kg/L, su punto de fusión está en el rango de 221-224 °C. El principal riesgo durante su manipulación es ser irritante y nocivo leve.



11.3 Bagueta o varilla de agitación

Es una varilla de vidrio que se utiliza para mezclar o disolver sustancias con el fin de homogenizar, pueden ser de diferentes diámetros y longitud. Ver figura N° 2

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Página : 5 de 10

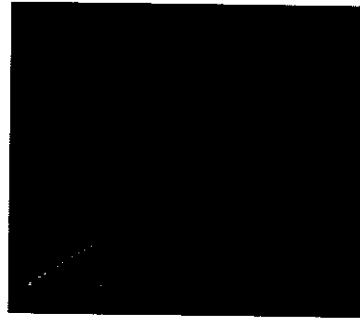


Figura N° 2

11.4 Bureta

Son tubos largos graduados, hechos de vidrio poseen diámetro interno uniforme en toda su extensión provista de una llave de tal manera que permite verter un líquido gota a gota. Ver figura N° 3

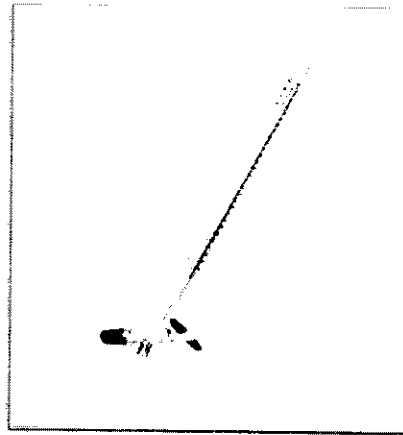



Figura N° 3

11.5 Cápsula de Porcelana

Es un contenedor pequeño semiesférico y con un pico en su costado. Este es usado para evaporar el exceso de solvente de una muestra. Las capsulas de porcelana se presentan en diferentes tamaños y formas. Ver figura N° 4



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Página : 6 de 10

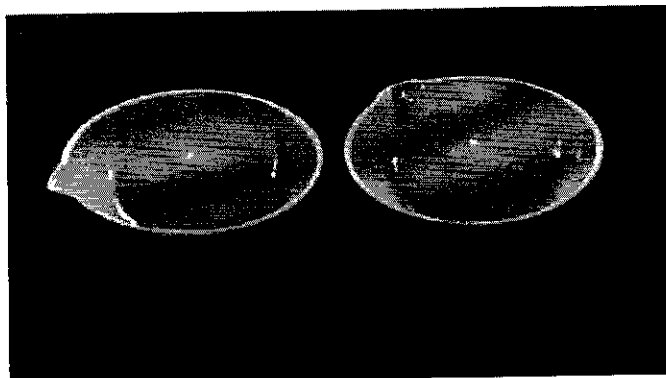


Figura N° 4

11.6 Embudo

Es una pieza cónica de vidrio o plástico que se usa para el trasvasiado de productos químicos desde un recipiente a otro. Algunos embudos pueden actuar como filtros utilizando para ello un papel de filtro especial. Ver figura N° 5

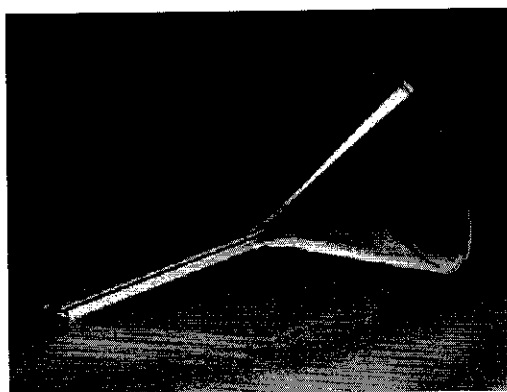



Figura N° 5

11.7 Embudo de decantación o Balón de decantación

Este instrumento se usa para separar líquidos inmiscibles o insolubles que se separan por diferencia de densidades y propiedades moleculares. Ver figura N° 6.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Página : 7 de 10

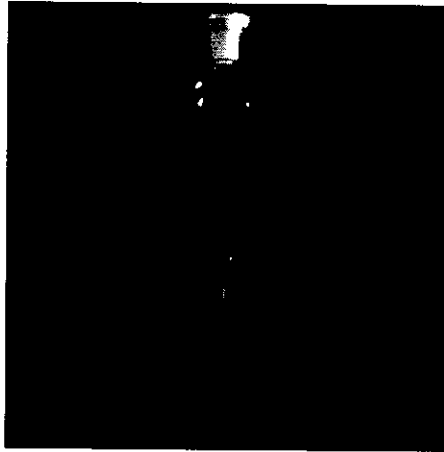


Figura N° 6

11.8 Gradilla

Es una herramienta usada para dar soporte a los tubos de ensayo o tubos de muestra. Este se encuentra hecho de madera, plástico o metal.

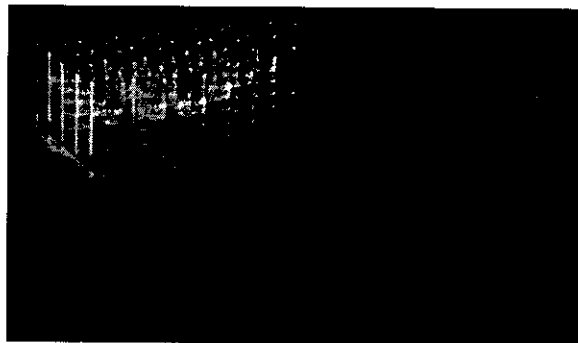



Figura N° 7

11.9 Matraz de aforo o matraz aforado

Son recipientes de vidrio de fondo plano, cuello alargado y estrechos con un aforo que marca donde se debe efectuar el enrase el cual nos indica un volumen con gran exactitud y precisión.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Página : 8 de 10

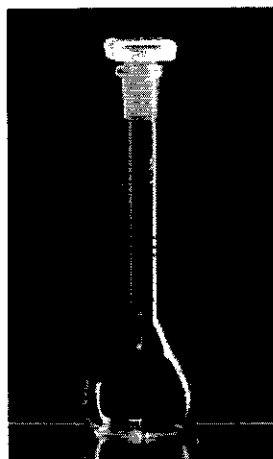


Figura N° 8

11.10 Matraz Erlenmeyer

Es utilizado para la preparación de soluciones. Es más seguro que un vaso de precipitado ya que la estructura del matraz evita pérdidas de la sustancia.

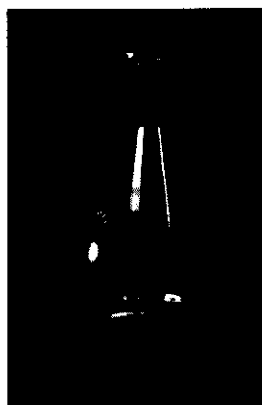



Figura N° 9

11.11 Probeta

Tubo de cristal alargado y graduado, cerrado por un extremo usado como recipiente de líquidos y gases.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-037 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO	Página : 9 de 10

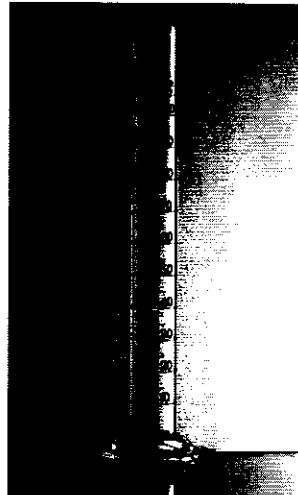


Figura N° 10

11.12 Tubo de ensayo

Forma parte principal del material de vidrio de un laboratorio químico. Este instrumento permite la preparación de soluciones. Es un pequeño tubo de vidrio con una abertura en la parte superior.

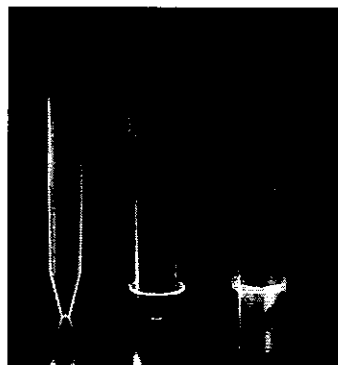


Figura N° 11

11.13 Vaso precipitado

Tiene forma cilíndrica y posee un fondo plano. Se encuentran de diversas capacidades, son graduados pero no calibrados lo cual provoca que la graduación sea inexacta.



LAVADO DE MATERIAL DE LABORATORIO

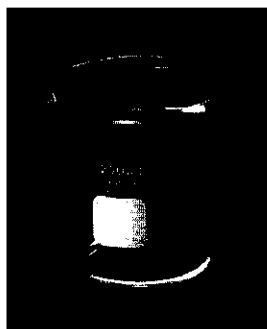


Figura N° 12

12. ANEXOS


12.1. Tabla N°1 Clasificación de material

Tipo	Material empleado para análisis de:
A	Elementos menores-muestras sólidas
	Elementos mayores-muestras sólidas
	Fusión con metaborato de litio
	Oro
	Polimetálicos
	Mercurio
B	Cationes-muestras de agua
C	Aniones -muestras de agua
D	Disgregación por microondas.

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-038 Versión : 02 Fecha aprob: 15/12/2016
	RECEPCIÓN Y CONTROL DE GASES INDUSTRIALES	Página : 1 de 6

1. Finalidad

Establecer las instrucciones de recepción y control de gases especiales que permitan un control eficaz del ingreso y salida de los cilindros de los gases: Acetileno, Argón, Óxido Nitroso y Gas Propano.

2. Alcance

El presente Instructivo es una herramienta de la Dirección de Laboratorios que aplica a los cilindros de gases especiales: Acetileno, Argón, Óxido Nitroso y Gas Propano, los cuales contribuyen con la operatividad de diferentes equipos de instrumentación del Laboratorio de Química.

3. Documentos a Consultar/ Base legal

- 3.1. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.2. Hojas de Seguridad del Material (MSDS) por sus siglas en inglés Material Safety Data Sheets.
- 3.3. Normas básicas de seguridad en los laboratorios.
- 3.4. *Manual de Seguridad y Salud ocupacional del Laboratorio de Química Analítica - 2016*

4. Requisitos.

- 4.1 Solicitud o pedido de los balones de gas requerido mediante correo electrónico y de acuerdo al orden de compra vigente.
- 4.2 Guía de remisión, para la verificación del número y código de balones de acuerdo al pedido.
- 4.3 Factura, control logístico.

5. Responsabilidades

- 5.1. El Director de la Dirección de Laboratorios es responsable de la aprobación del presente instructivo.
- 5.2. Son responsables de la manipulación y recepción de gases especiales los Especialistas responsables de cada equipo, quienes a su vez darán las instrucciones que correspondan a los auxiliares encargados del Laboratorio de Química.

6. Etapas del Instructivo

6.1. Coordinación de ingreso de los proveedores al INGEMMET

La recepción de los cilindros de gases especiales se realiza previa comunicación vía correo electrónico y telefónico, con anticipación.

Una vez coordinada la fecha de ingreso y/o salida de los cilindros de gases industriales. El proveedor comunica su llegada al Responsable de Laboratorio de Química en la oficina de recepción; el Responsable de Laboratorio indica al Especialista responsable para que baje con el Técnico o Auxiliar de Laboratorio y coordine con los encargados de Vigilancia para que den las facilidades para el retiro de los cilindro(s) vacío(s) y/o entrega de los cilindros de gas argón solicitados, los cuales se encuentran en la estación de gases especiales, ubicado en la parte posterior del primer piso.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-038 Versión : 02 Fecha aprob: 15/12/2016
	RECEPCIÓN Y CONTROL DE GASES INDUSTRIALES	Página : 2 de 6

6.2. El Proveedor hace entrega de los siguientes documentos

- 6.2.1. Guía de Remisión.
- 6.2.2. Voucher con el código del cilindro lleno y/o vacío.
- 6.2.3. Guía de Remisión.
- 6.2.4. En la Guía de Remisión de Ingreso del gas industrial adquirido, verificar el tipo y la cantidad de gas especial adquirido.
- 6.2.5. En el voucher verificar que el código coincida con el código del cilindro del gas especial
- 6.2.6. Voucher con el código del cilindro lleno y/o vacío

6.3. Almacén

- 6.3.1. Presentar los documentos recibidos al almacén para el control y el sello correspondiente de recibido.
- 6.3.2. Solicitar una copia de la Guía de Remisión y el voucher, un juego de copia para el archivo del Laboratorio y la otra copia de la Guía de Remisión se remitirá al Responsable del Laboratorio, para la elaboración del Acta de Conformidad.

6.4. Laboratorio de Química

El Responsable del Laboratorio elabora y remite el Informe de conformidad por la recepción del bien a la Dirección de Laboratorios para proceder con la emisión de un Acta de Conformidad al Área de Logística

6.5. Inspección de los cilindros de Gases Industriales


El personal responsable de la recepción de cilindros y contenedores, deberá llevar a cabo una inspección externa de todos los envases, antes de trasladarlos al almacén o al sitio donde van a usarse.

6.6. Los lineamientos básicos para realizar esta inspección son los siguientes:

Leer detenidamente la información de la etiqueta adherida al cilindro de modo que pueda identificar el gas y normas básicas de Seguridad. Recuerde, la etiqueta es la manera más segura de identificar el producto contenido en el cilindro.

- 6.6.1. Revise cuidadosamente el cilindro en busca de daños evidentes. La superficie del cilindro debe estar limpia y libre de cortes, golpes fuertes, quemaduras, corrosión, arco eléctrico, etc. La existencia de algunos de estos defectos inutiliza el cilindro



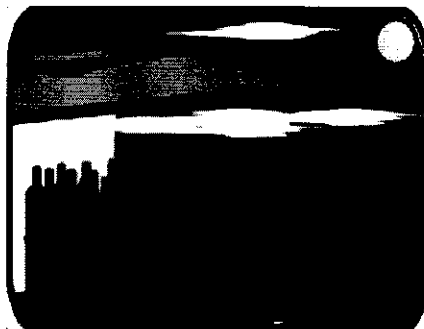
	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-038 Versión : 02 Fecha aprob: 15/12/2016
	RECEPCIÓN Y CONTROL DE GASES INDUSTRIALES	Página : 3 de 6

- 6.6.2.** Los cilindros con cuello roscado deben tener un tapón protector colocado sobre la válvula. Nunca use palancas u otra herramienta similar para quitar el tapón, pues podría abrir accidentalmente la válvula o dañarla.
- 6.6.3.** Revise la válvula del cilindro para cerciorarse de que no está torcida ni dañada, ya que podría permitir fugas, presentar fallas o no conectar de modo hermético.
- 6.6.4.** Antes de conectar el cilindro asegúrese que no haya ningún contaminante en la válvula.
- 6.6.5.** Evitar cualquier tipo de aceite, grasa, ya que pueden reaccionar de manera violenta con el gas.
- 6.6.6.** Si recibe cualquier cilindro con algunas de las siguientes características:
- Tienen algún daño visible.
 - Falta el tapón de seguridad
 - Válvula dañada, sucia o torcida.
 - No se puede abrir la válvula con la fuerza de la mano.

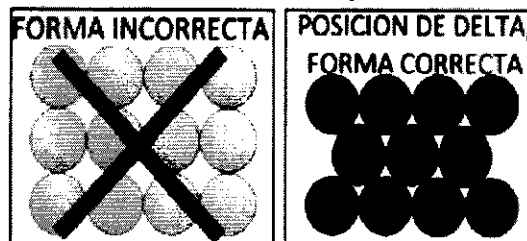
6.7. Almacenamiento


El área de almacenamiento de gases debe cumplir con las siguientes características:

- 6.7.1.** Excelente ventilación natural.
- 6.7.2.** Piso nivelado.
- 6.7.3.** Protección adecuada a la intemperie.
- 6.7.4.** Alejada de fuentes de calor.
- 6.7.5.** Instalación eléctrica bajo norma.
- 6.7.6.** Rotulación de seguridad.
- 6.7.7.** Construida con materiales no combustibles.



- 6.7.8.** Almacene los cilindros en posición vertical y asegúrelos a una estructura firme de modo que no corran el riesgo de caerse.
- 6.7.9.** La forma correcta de almacenar grupos de cilindros es colocarlos en forma Delta. Esto permite más contacto entre los cilindros y evita el "efecto domino".



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-038 Versión : 02 Fecha aprob: 15/12/2016
	RECEPCIÓN Y CONTROL DE GASES INDUSTRIALES	Página : 4 de 6

6.7.10. No almacene los cilindros en áreas de circulación ni cercas de bordes o plataformas.

6.7.11. Nunca almacene cilindros junto con materiales inflamables.

6.7.12. No debe permitirse que los cilindros que contengan gas alcancen temperaturas mayores de 55°C en el lugar de almacenamiento.

7. Instrucciones

No aplica

8. Duración.

No aplica

9. Diagramación

No aplica

10. Registros

10.1. DL-F-240 Control interno de ingreso y salida de gases especiales

11. Glosario de términos

11.1 **Hoja de Seguridad del Material (MSDS) Material Safety Data Sheets:** Documento que describe los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material de manera segura.

11.2 **Gases Industriales:** Son un grupo de gases manufacturados que se comercializan con usos en diversas aplicaciones.


11.3 **Señales de Seguridad:** Son señales para alertar sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones y cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación. Sirve también para llamar la atención a los trabajadores y facilitar la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

11.4 **Normalización de las señales y colores de seguridad,** sirve para evitar el uso de las palabras en la señalización de seguridad. Esto es necesario debido al comercio internacional así como la aparición de grupos de trabajo que no tienen un lenguaje común.

11.5 **Pared Contrafuego:** Hecho de sustancias resistentes al fuego con el propósito de retardar la propagación de las llamas.

11.6 **DOT:** Por sus siglas en inglés, Graphic Description Language.



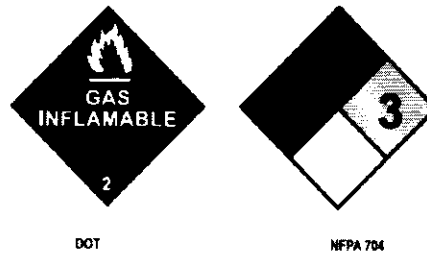
	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-038 Versión : 02 Fecha aprob: 15/12/2016
	RECEPCIÓN Y CONTROL DE GASES INDUSTRIALES	Página : 5 de 6

12. Anexos

12.1. Normas de Seguridad Aplicadas a los Diferentes Gases

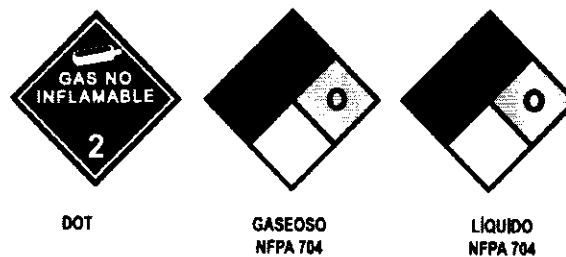
a. Acetileno

- Utilice el acetileno en una área bien ventilada
- Nunca use el acetileno a presiones mayores a 15 Psi (1Kg/cm²).
- Todas las mezclas de acetileno son inflamables.



b. Argón


- No utilizar argón a alta presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores, etc.
- El argón puede causar asfixia por desplazamiento del oxígeno del aire en espacios reducidos.

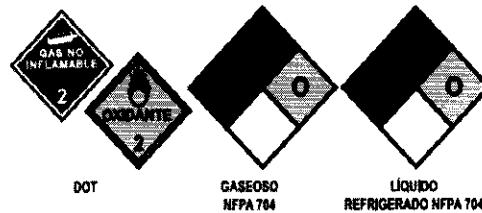


c. Óxido Nitroso

- Nunca manipule Óxido Nitroso a alta presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores, etc.
- El Óxido Nitroso es más pesado que el aire, por lo que fugas de gas en espacios cerrados pueden producir acumulación con gran peligro de asfixia por desplazamiento de aire.
- El Óxido Nitroso es un gas que mantiene la combustión, no permite que aceites, grasa u otras sustancias inflamables entren en contactos con cilindros u otros equipos que contengan Óxido Nitroso.
- No almacenar cilindros de Óxido Nitroso para uso médico en la sala de operaciones.
- Los cilindros deben almacenarse a una distancia de 6 metros como mínimo de los cilindros de gases inflamables, en caso que exista limitación de espacio, se recomienda una pared cortafuego entre los lugares de almacenamiento de ambos gases.



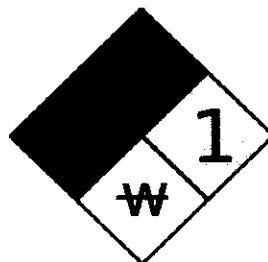
	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-038 Versión : 02 Fecha aprob: 15/12/2016
	RECEPCIÓN Y CONTROL DE GASES INDUSTRIALES	Página : 6 de 6



12.2. Sistema de Identificación de Peligro la NFPA (National Fire Protection Association) de USA.

Utiliza un rombo con cuatro rombos en su interior, con colores y números:

- a) La peligrosidad del producto va de una escala de 0 (cero) a 4 (cuatro), siendo así la mayor peligrosidad.
- b) El color AZUL, implica que existe peligro para la salud.
- c) El color ROJO, indica el grado de peligro para la inflamación.
- d) El color AMARILLO, significa el peligro de reacción.
- e) El color BLANCO, señala información general, como por ej. OX que significa Oxidante, o W que indica no emplear agua.



12.3. Riesgos que presentan los gases comprimidos. Los gases comprimidos presentan riesgos específicos que deben ser de pleno conocimiento de quienes tienen permanentemente contacto con ellos.

12.3.1 Presión: La energía(transformada en presión) contenida en un gas comprimido dentro de un recipiente puede ser liberada violentamente, ya sea por una violenta fuga violenta de gas o por una ruptura del recipiente.

12.3.2 Inflamabilidad: V arios gases son combustibles y, por lo tanto, pueden producir una inflamación o una explosión


12.3.3 Toxicidad: Existen gases cuyas características químicas producen efectos tóxicos, irritantes o corrosivos a los tejidos del cuerpo humano y a los equipos e instalaciones

12.3.4 Asfixia: Todos los gases, salvo el oxígeno, producen asfixia, cuando la concentración de oxígeno en el ambiente es menor al 21% en volumen.



Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-039 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL GENERADOR DE HIDRUROS- VAPOR FRÍO DE FLUJO CONTÍNUO	Página : 1 de 10

1. Finalidad

El presente instructivo tiene como finalidad dar a conocer la correcta operatividad del accesorio Vapor de flujo continuo VP 100 –Thermo Scientific, utilizado en la técnica de Generación de Hidruros.

2. Alcance

El VP100 es un accesorio para la medición de los elementos que forman hidruros y mercurio con una mejor sensibilidad analítica que se puede obtener de la atomización de llama. Es aplicable como accesorio para la técnica de generador de hidruros.

3. Documentos a Consultar/ Base legal

- 3.1 Manual de Operador de Espectrómetros de Absorción Atómica Serie iCE 3000
- 3.2 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. Requisitos

No aplica

5. Responsabilidades

- 5.1 El Especialista II de Absorción Atómica, Especialista I Digestión de Muestras y/o Técnico de Laboratorio III, capacitados en esta técnica de Absorción atómica, están autorizados para, instalar, y operar el accesorio Vapor de flujo continuo VP 100 – Thermo Scientific, utilizado en la técnica de Generación de Hidruros.
- 5.2 El Responsable de Laboratorio, debe hacer cumplir el programa de mantenimiento del VP100.

6. Etapas del Instructivo


6.1 Equipo

- 6.1.1 Accesorio: Vapor de flujo continuo VP 100

6.2 Ejecución

- 6.2.1 Activar la llave general eléctrica para energizar los tomacorrientes.
- 6.2.2 Activar los conmutadores de los UPS (Nota: la llave siempre debe de estar activada en la parte posterior)



- 6.2.3** En la parte frontal del UPS. Para su funcionamiento se debe pulsar el botón de encendido (on, se debe esperar unos segundos hasta escuchar un sonido) verificar el cambio de fase en la pantalla frontal.
- 6.2.4** Abrir la llave del gas argón que se encuentra en el ambiente de gases, en el primer piso.
- 6.2.5** Activar la campana extractora de gases.
- 6.2.6** Encender la Pc.
- 6.2.7** Encender el equipo iCE 3000.
- 6.2.8** Abrir el software Solaar  SOLAAR y verificar que el equipo se encuentre conectado a la Pc.
- 6.2.9** Verificar que la presión del gas argón este operativo cuando aparezca la ventana que indica los siguientes parámetros:

Velocidad Bomba	30 - 40 rpm
Gas Portador	50 – 150 ml/min
Presión Gas	OK


6.3 Conexión del equipo de Absorción Atómica iCE 3000 y el Sistema de Generador de Hidruros


- 6.3.1** El equipo de Absorción Atómica iCE 3000 y el Sistema de Generación de Hidruros están interconectados, para realizar el análisis de Mercurio: Método de Vapor frío. (Ver Figura 1, Figura 2 y Figura 3 en Anexos)
- 6.3.2** Retirar el quemador de llama, asegurarse de que la llama haya sido extinguido y que el quemador se haya enfriado suficientemente para manipularlo.
- 6.3.3** Desconecte el enchufe del quemador y el socket del quemador.
- 6.3.4** Levante el quemador del vástago de la cámara spray utilizando el asa resistente al calor. (Ver Figura 4 en Anexo).
- 6.3.5** Colocar el soporte de celda, ajustando la posición del ensamblaje usando los tornillos de ajuste hasta que el haz de luz pasa a través del accesorio. (Ver Figura 5 en Anexo)
- 6.3.6** Instalar la celda en el soporte. (Ver figura 6 en Anexo).
- 6.3.7** Enchufar la conexión eléctrica del Generador de Hidruros y la entrada del mismo al equipo de Absorción Atómica- iCE 3000.
- 6.3.8** Activar la Interfase de comunicación entre el software y el Generador de Hidruros para crear el método del elemento Mercurio (Hg).

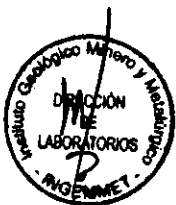
6.4 Instalación de la lámpara de Mercurio (Hg)

- 6.4.1** Encienda el sistema e inicie el software de la estación de datos.
- 6.4.2** Abra la puerta del carrusel de las lámparas.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-039 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL GENERADOR DE HIDRUROS- VAPOR FRÍO DE FLUJO CONTÍNUO	Página : 3 de 10

- 6.4.3 Use el comando de las lámparas  en el software del sistema para girar el carrusel para poner en una posición vacía la lámpara en la parte delantera, y confirmar desde la pantalla del software el estado de la lámpara con respecto a su energía.
- 6.4.4 Orientar la lámpara correctamente, y luego instalarlo empujándolo firmemente en el socket, de modo que se mantenga fijo por el clip de la lámpara. (Ver Figura 7 en Anexos)
- 6.5 Instalación de conexiones del accesorio Generador de Hidruros**
- 6.5.1 Colocar un envase de plástico con solución de ácido Clorhídrico al 5% de concentración, ubicado en la parte posterior del equipo, identificado con un color azul.
- 6.5.2 Colocar un envase de plástico con solución de Cloruro de Estaño (SnCl₂) al 5% de concentración, ubicado en la parte posterior del equipo, identificado con un color rojo.
- 6.5.3 Luego del **lado lateral izquierdo** del accesorio VP100 salen 02 mangueras identificados con el mismo color de los envases, dichos collares serán colocados dentro de cada envase según el color correspondiente.
- 6.5.4 En la **parte frontal** del equipo observamos la Bomba Peristáltica la cual consta de 04 canaletas que sirven para colocar y distribuir los collares según el color, cada collar traslada una solución conocida; la arandela de color rojo y el collar **negro- negro** pertenece a la solución de Cloruro de Estaño al 5%; la arandela de color azul y el collar **naranja-amarillo** pertenece a la solución de ácido Clorhídrico al 5%; la arandela de color verde oscuro y el collar verde-verde claro pertenece a la muestra; la arandela de color **negro** y el collar blanco-**negro** pertenece al drenaje y una conexión que sale del interior del equipo que transporta el Argón, las cuales están conectadas al Separador Gas-Líquido.(Ver Figura 5) en Anexos.
- 6.5.5 En la parte frontal del lado izquierdo ubicamos el capilar que cumple la función de absorber la muestra y una manguera de drenaje.
- 6.5.6 Abrir la tapa del Separador para colocar las perlas de vidrio, hasta cubrir la zona de reacción.
- 6.5.7 Colocar la membrana hidrofílica.
- 6.5.8 Ajustar la tapa del Separador gas- líquido. (Ver Figura 2)en Anexos.
- 6.5.9 Conectar la manguera en la parte superior del separador gas- líquido y unir a la celda de vidrio del lado derecho.
- 6.5.10 Conectar otra manguera del lado izquierdo de la celda de vidrio hacia la campana extractora para la eliminación los gases del mercurio (Hg). (Ver Figura 6 y Figura 7) en Anexos.



- 7. **Instrucciones**
No aplica
- 8. **Duración**
No aplica
- 9. **Diagramación**
No aplica
- 10. **Registros**
 - 10.1 Base de datos del Software SOLAAR del Espectrómetro de Absorción Atómica – ThermoScientific.
 - 10.2 DL-F-239 Informe de ensayo-Análisis de Mercurio.
- 11. **Glosario de Términos**
No aplica
- 12. **Anexos**
 - 12.1 Anexo 1 Imágenes del Generador de Hidruros
 - 12.2 Anexo 2 Especificaciones Técnicas del Sistema de Vapor de Flujo Continuo VP 100

Imágenes del Generador de Hidruros

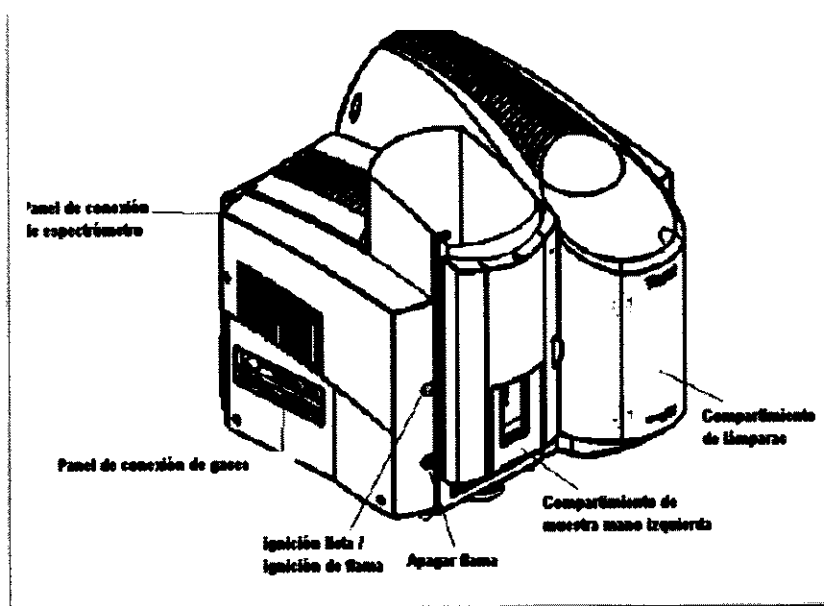


Figura 1- Espectrómetro iCE Series 3000 Absorción Atómica



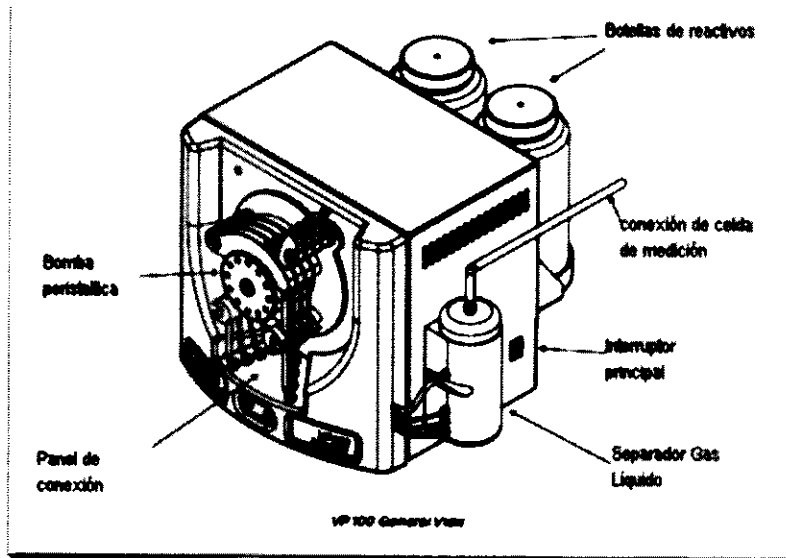


Figura 2 - VP100 Generador de Hidruros

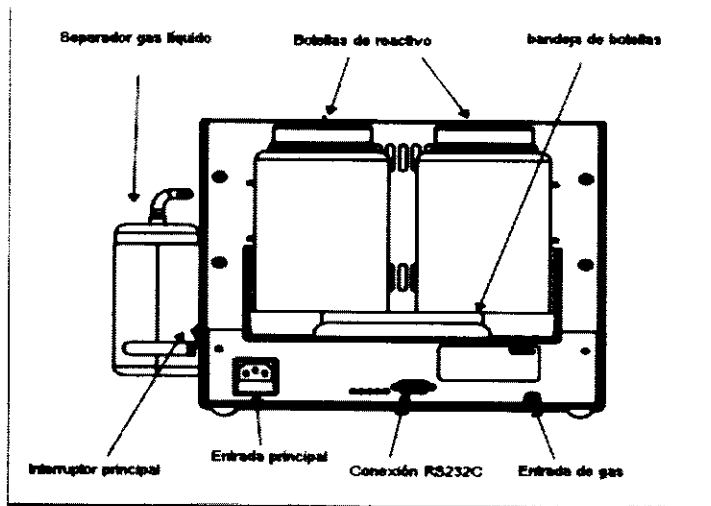


Fig. 3 - Vista posterior del VP100



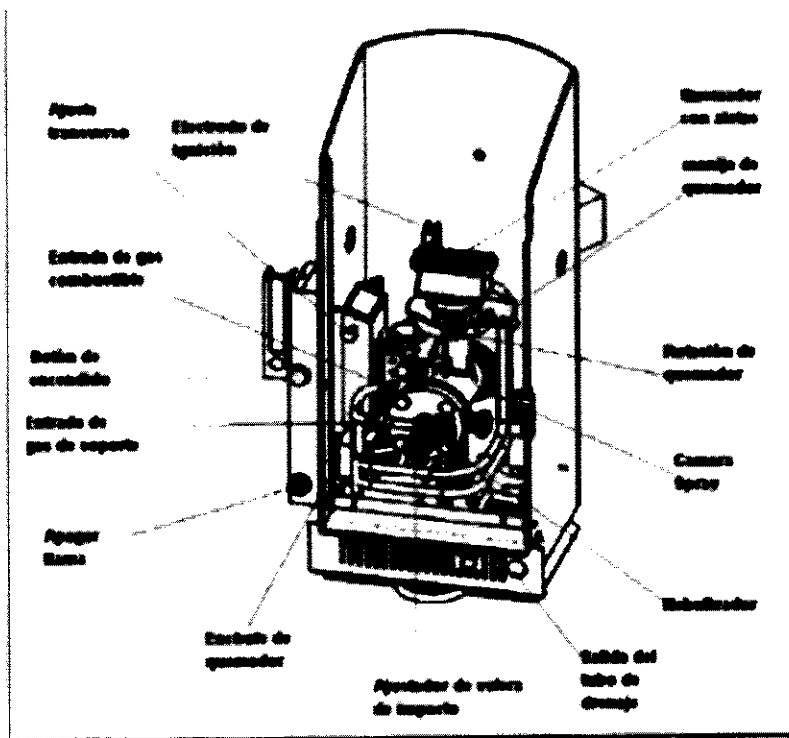


Fig. 4 – Compartimiento de Quemador

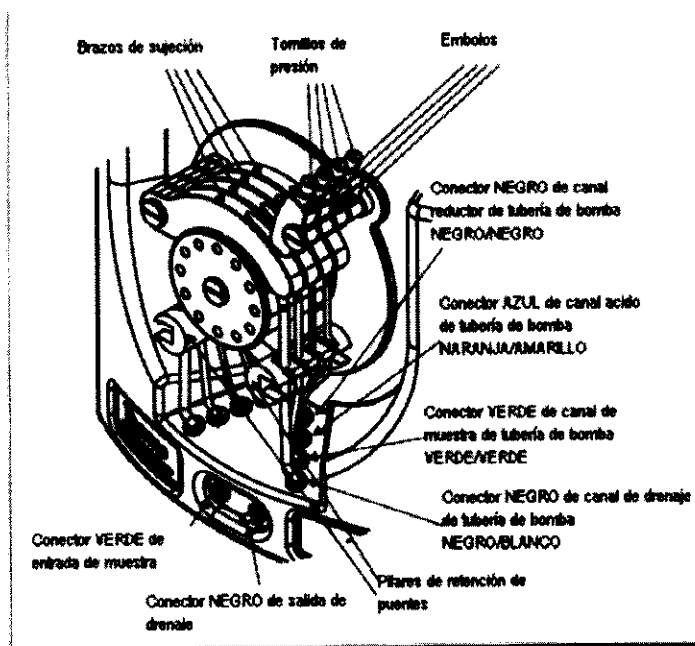
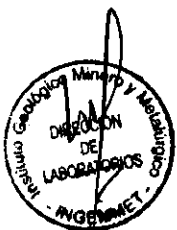


Fig. 5 – Bomba Peristáltica



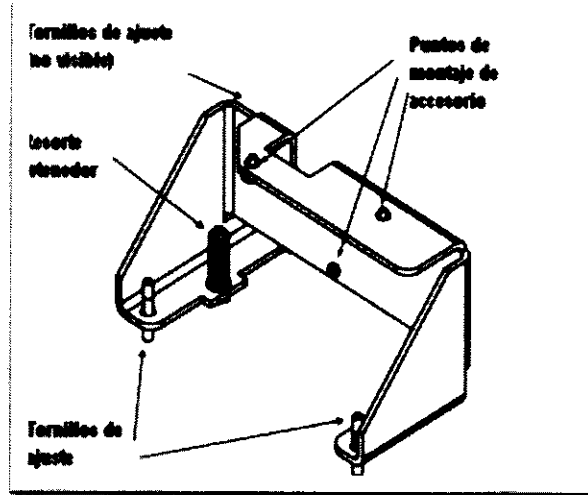


Fig. 6 – Soporte de la celda de vidrio

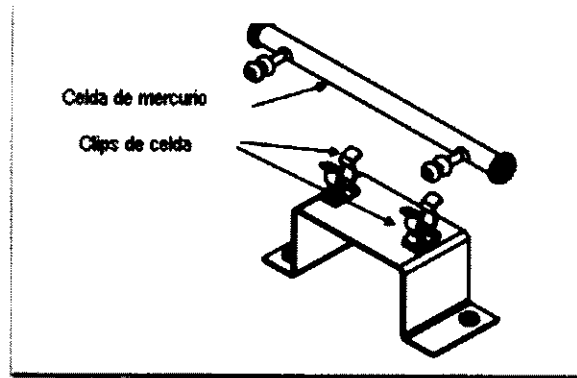


Fig. 7 - Celda de Absorción de mercurio y soporte

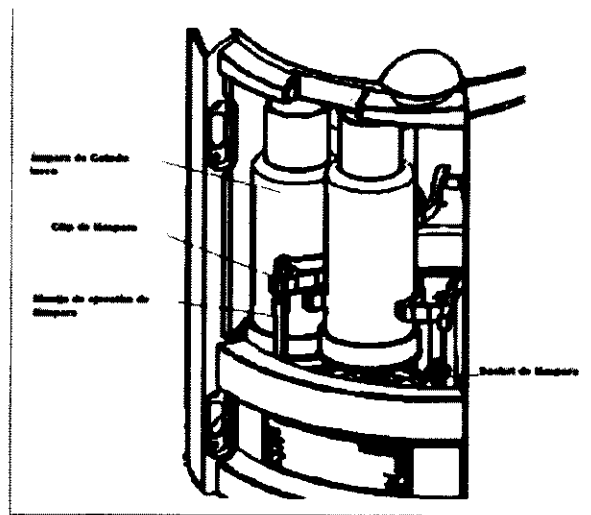


Fig. 8 - Compartimiento de lámpara



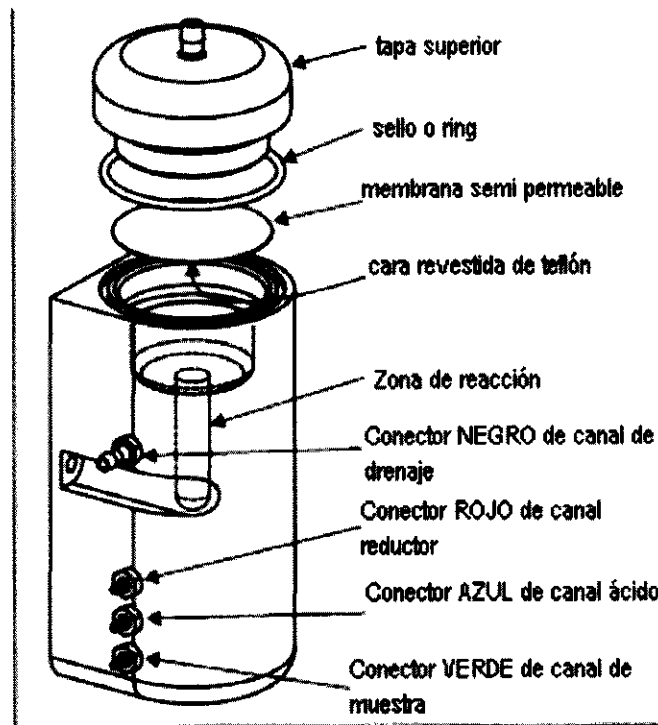



Fig. 9 – Separador Gas – Líquido



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-039 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL GENERADOR DE HIDRUROS- VAPOR FRÍO DE FLUJO CONTÍNUO	Página : 9 de 10

Anexo 2: Especificaciones Técnicas del Sistema de Vapor de Flujo Continuo VP 100

Descripción

El sistema de flujo continuo de vapor de hidruro VP100 realiza mediciones de vapor de mercurio con una importante mejora con respecto a la sensibilidad normal de las técnicas de llama.

La unidad VP100 incorpora recipientes de reactivo, una bomba peristáltica de velocidad variable de 4 canales, control electrónico y de separador gas-líquido. Un controlador de caudal másico integrado permite el flujo de gas de arrastre para ser controlado y supervisado a través del software de sistema, y el principio de flujo continuo elimina la necesidad de limpiar el recipiente de reacción después de cada muestra. El VP100 funciona automáticamente en la estación de control de datos y pueden proporcionar automuestreo pleno con adecuada operación automática.

- **Elementos estándar**

Celda «T»

- **Celda de Absorción**

De composición abierta, en forma de T de celda de sílice.

120 mm de largo.

8mm de diámetro interior.

Celda de absorción de mercurio de paso largo.

- **Gas de arrastre / purga**

Argón o nitrógeno.

- **Presión de entrada de gas**

0.34 bar (5 psi).

- **Consumo de gas**

Hasta 500ml/min.

- **Agentes reductores**

Borohidruro de sodio

Cloruro de Estaño (II) se puede para su análisis de mercurio.

- **Solución de transporte**

De velocidad variable, bomba peristáltica de 4 canales, con principio de flujo continuo.

- **Flujos de Soluciones**

Reductor - 3.2ml/min.

Muestra - 7,8 ml / min.

Flujo de gas de arrastre


Variable 50 - 500mL/min.

De control electrónico a través de controlador de flujo de masa.

- **Contenedores de reactivos**

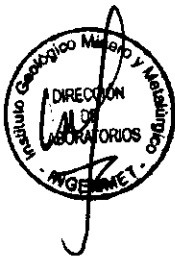
Dos botellas de plástico de 1L.




	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-039 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL GENERADOR DE HIDRUROS- VAPOR FRÍO DE FLUJO CONTÍNUO	Página : 10 de 10

- **Energía**
220/240V, 50Hz o 110/120V, 60Hz.
- **Consumo de energía**
30VA.
- **Dimensiones (mm)**
475W x 300H x 200D.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-040 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/11/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE MASAS CON PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO NEXION 300D	Página : 1 de 12

1. FINALIDAD

Establecer los lineamientos para operar el equipo Espectrómetro de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS), Marca: Perkin Elmer, Modelo: NexION 300D, ubicado en área del ICP-MS.

2. ALCANCE

El presente instructivo aplica al equipo: Espectrómetro de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS) Marca: Perkin Elmer; Modelo: NexION 300D, utilizado para la determinación cuantitativa de los analitos a concentraciones a niveles traza, en ppb y ppt en muestras de aguas y geoquímicas.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR/ BASE LEGAL

- 3.1 ***Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.***
- 3.2 **Manual NexION 300 Series ICP-MS System Maintenance Guide**

4. REQUISITOS

No aplica.


5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El Director del Laboratorio es responsable de la aprobación del presente procedimiento.
- 5.2. El analista, es el encargado de la operación del Espectrómetro de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS) y de informar para su mantenimiento preventivo y/o correctivo.
- 5.3. El Responsable de Laboratorio distribuye al personal la instrucción de análisis y verifica el control de calidad de los análisis.
- 5.4. Los Coordinadores de Calidad del Laboratorio son responsables de la elaboración, distribución, control y verificación del cumplimiento del presente procedimiento.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

Para lograr el buen funcionamiento del equipo de ICP-MS se debe chequear el sistema antes de iniciar un análisis y para el encendido del instrumento para operación rutinaria. También describe la correcta secuencia de eventos para apagar el instrumento después de haber terminado su rutina de análisis.

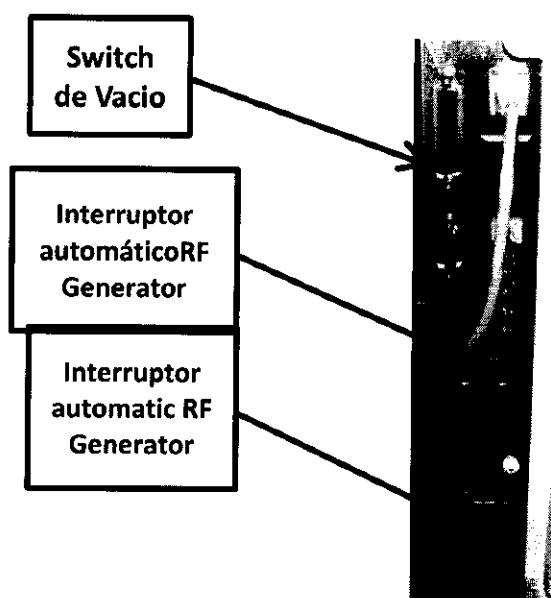


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-040 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/11/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE MASAS CON PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO NEXION 300D	Página : 2 de 12

a) Encendido del Área de ICP-MS:

- Encender el aire acondicionado, registrar **la temperatura** en el formato **DL-F-207** Control diario de las condiciones ambientales.
- Energizar el equipo levantando los interruptores del equipo ubicado en la parte izquierda del equipo como se muestra en la figura

Figura N°1 interruptor de encendido del equipo ICP-MS



- Gases:

Los gases que se usan son: Argón (modo ESTANDAR), Helio (modo KED) y Amoniac (modo DRC).

Los valores de presiones necesarios son:

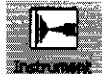
Tabla N°1 Presión de gases para el equipo de ICP-MS

	Argón	Helio	Amonio
Manómetro a la salida del cilindro	104 psi	50 psi	10 psi
Manómetro cerca al equipo	95 psi	40 psi	7 psi

- Abrir la llave que está cerca al equipo.

En el **Chiller**, presionar el botón de POWER y enchufar el extractor de tiro forzado.

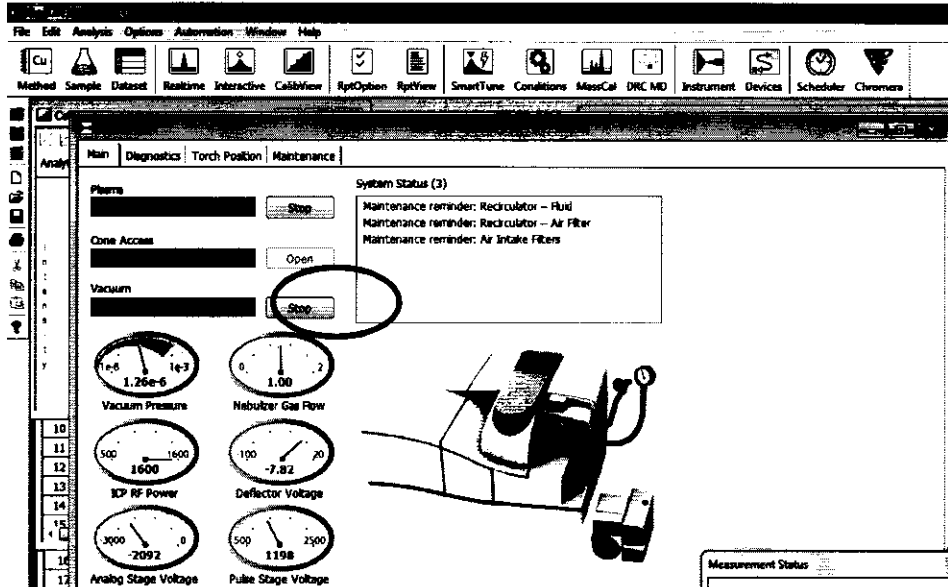
- Encender los **extractores**, presionando el botón de ON.
- Iniciar el **vacío** del equipo, a través del software del ingresando al icono de




luego hacer click derecho en el **Start** de Vacuum. La aguja debe marcar en la posición verde en su controlador. Un valor menor de 5.00×10^{-6} es adecuado, como se observa en la figura a continuación:




Figura N°2 Panel del instrumento del equipo ICP-MS




- Verificar el nivel de la antorcha (realizarlo después de la limpieza de la antorcha).

- Con la tapa levantada del equipo ingresar a  y luego hacer click derecho en open en CONE ACCESS.
- Abrir la puerta lateral del lado derecho del equipo.
- Colocar el alineador de antorcha sobre la antorcha un poco sobre salida y cerrar la puerta.
- Abrir la puerta nuevamente y verificar que la ranura interna coincida con el final de la antorcha.
- Retirar el alineador y cerrar la puerta.

- En la barra de herramientas clicar en el icono  INSTRUMENTS.

- Dar click derecho en PLASMA START para encender el plasma, dejar 20min encendido para su estabilización antes de hacer el DAILY PERFORMANCE.

- En el icono , en la pestaña de PERISTALTIC, digitar el valor de 4 rpm para ir pasando solución de Tuning ingrese a la antorcha.

b) OPTIMIZACIÓN - DAILY PERFORMANCE (Realizar cada día antes comenzar el análisis)

- Se utiliza la solución "NEXION SETUP SOLUTION".


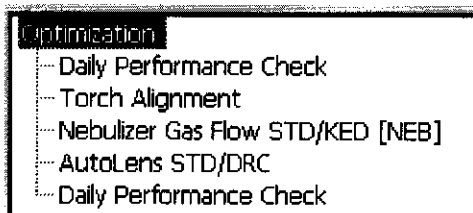
- En la barra de herramientas clicar en el icono , luego ingresa al menu a **File** y clicar en **Open Workspace** y escoger **Fast-Smart daily Ing**, se mostrara la siguiente figura:



Figura N°3 Ventana de la optimización



- Dar click derecho en **OPTIMIZATION** para desplegar y ver todas las opciones mostradas o por individual clicar con botón derecho y seleccionar "**QUICK OPTIMIZE**".
- Si el último Daily Performance Check no pasa (FAILED) por causa de las dobles cargas, se debe bajar el flujo gradualmente, para esto ir icono de **CONDITIONS - Manual Adjust** y cambiar el flujo, disminuir en muchos casos. Nuevamente realizar el Daily Performance Check.
- Guardar las condiciones obtenidas en como Save con el nombre "Default"
En caso de no pasar por otros criterios rehacer el Daily Performance completo nuevamente, listados en el archivo de optimization y volver a pasar el Daily performance.

Se debe tener en cuenta ciertos parámetros a evaluar para aprobar la optimización por ello es importante considerar el tipo de cámara que se esté utilizando

Cámara ciclónica, para muestras de agua y muestras geoquímicas por disolución ácida.

Intensidad del Indio: Como mínimo debe ser mayor a 45 000 cuentas

Interferencias:

Ce 155.9/Ce 139.905 debe ser menor o igual a 0.03

Ce⁺⁺69.9537/Ce 139.905 debe ser menor o igual a 0.03

Cámara doble paso, para análisis de muestras geoquímicas preparadas por fusión

Intensidad del Indio: Como mínimo debe ser mayor a 20 000 cuentas

Interferencias:

Ce 155.9/Ce 139.905 debe ser menor o igual a 0.04

Ce⁺⁺69.9537/Ce 139.905 debe ser menor o igual a 0.04

NOTA: Considerar que la sensibilidad es proporcional a la intensidad alcanzada en el indio, por ello se requiere alcanzar como mínimo la señal indicada para cada tipo de cámara.

Los resultados se deben anotar en el formato DL-F-023 Formato de mantenimiento y verificación del ICP-MS, además de indicar cuales fueron los trabajos que se realizaron en el mantenimiento



c) Creando un método



- Ingresar al icono de **Method** y abrir el método.
- Introducir los elementos de interés (**Analyte**), automáticamente aparecerán el valor de la masa (**Mass**). Con clic izquierdo se podrá seleccionar la masa que se quiere trabajar, se deberá ingresando los analitos en la siguiente ventana:

Figura N°4: Ventana de método

Int. Std	Analyte (*)	Mass (amu)	Scan Mode (*)	PGA Channels	Dwell Time per MSU (ms)	Integration Time (ms)	Corrections	Mode (%)	Cal. Cur. A	Cal. Cur. B	SP a	SP b
1	Hg	201.971	Peak Hopping	1	100	2000		Standard	0	0	0	0.25
2	Pb	207.977	Peak Hopping	1	100	2000		Standard	0	0	0	0.25
3	Cd	110.904	Peak Hopping	1	100	2000		Standard	0	0	0	0.25

- CUANDO SE UTILIZA UN PATRON INTERNO: para indicar el estándar interno dentro del grupo de elementos de análisis, primero agrupar los elementos deseados incluyendo el estándar interno, seleccionando desde el número de fila y en **EDIT** de la barra de herramienta clicar en **Define Group**, luego clicar en el número de la fila donde está el estándar interno e ir a **EDIT** y clicar en **Set Internal Std**.
- Para desactivar seleccionar y clicar en **EDIT**, **Remove Group**.
- En la pestaña de **CALIBRATION**, se introducirá las concentraciones de la curva analítica con sus respectivos valores de concentración y unidades. En la columna de **CURVE TYPE** colocar "Linear Thru Zero", como se muestra en la siguiente figura:

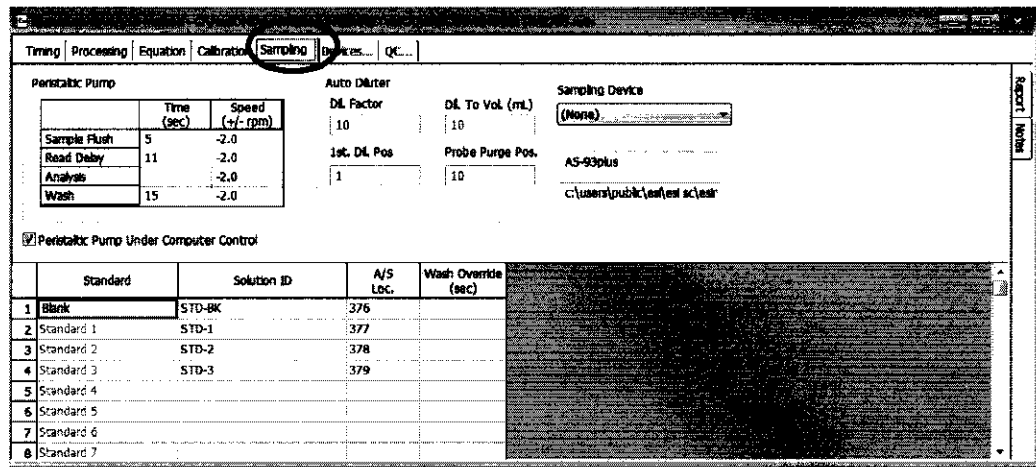
Figura N°5: Ventana de calibración

Int. Std	Analyte (*)	Mass (amu)	Curve Type (*)	Sample Units (*)	Standard Units (*)	Std 1	Std 2	Std 3	Std 4	Std 5	Std
14	Zr	89.9043	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	50	200				
15	Nb	92.906	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
16	Mo	94.9058	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
17	Ag	106.905	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
18	Ag	108.905	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
19	Cd-m	110.904	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
20	Cd	113.904	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
21	In	114.904	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
22	Sn	117.902	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
23	Sn	119.902	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			
24	Sb	120.904	Linear Thru Zero	ug/L	ug/L	10	50	200			

- En la pestaña de **Sampling** ingresar los nombres y posición que ocupa en el autosampler, como se muestra en la siguiente figura:



Figura N°6: Ventana de Sampling



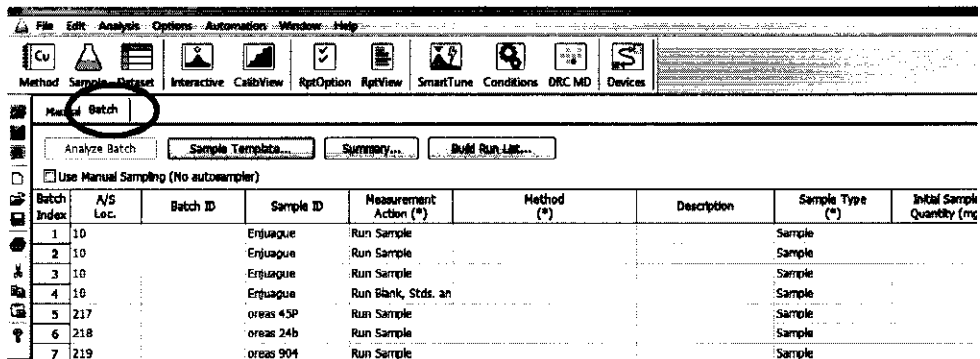
- En la barra de menú guardar el método o las modificaciones realizadas en File → save o save as en la carpeta de C:/NexIONData/Method/INGEMMET

d) Creando una secuencia de trabajo




- Clicar en el icono  y pestaña de BATCH, como se muestra en la siguiente figura:

Figura N°7: Ventana de secuencia de análisis



- Llenar las principales columnas como:
 - o Sample ID: escribiendo en la celda correspondiente.
 - o Measurement: clicar botón derecho se podrá escoger las acciones a realizar.
 - Run Sample: Realiza el análisis de la muestra.
 - Run Blank, Stds and wash: Realiza la lectura del blanco y estándares de calibración así como el lavado finalizada la acción.
- Las otras columnas es opcional ingresar alguna información adicional.
- Finalmente guardar las modificaciones en la barra de menú en File → save o save as.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-040 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/11/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE MASAS CON PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO NEXION 300D	Página : 7 de 12

e) Creando un reporte

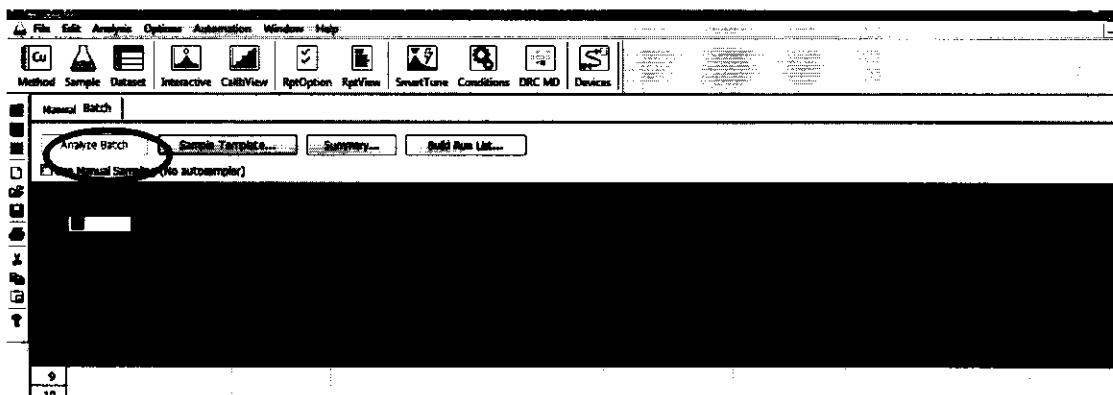


- Clicar en el icono, **Dataset** donde se puede *abrir o crear una carpeta de trabajo, seleccionar la ubicación del archivo en la carpeta que corresponde al mes de cuando se realiza el análisis colocando por el nombre del archivo la fecha en que se realiza el análisis y una letra para distinguir el tipo de análisis si se trata de muestras de agua corresponderá la letra (A), muestra geoquímica (G) y para muestras de fusión la letra (F).*

f) Inicio de una corrida

- Seleccionar las filas que se desean analizar y clicar en **Analyze Batch** para el INICIO DE LA CORRIDA, como se muestra en la siguiente figura:

Figura N°8: Ventana para iniciar el análisis



COMO DETENER UNA CORRIDA


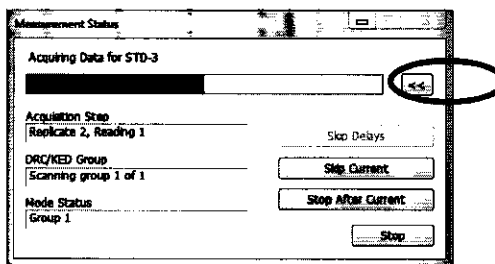
En la ventana de Measurment Status, clicar en el icono  y luego en STOP. A continuación se muestra la ventana Measurment Status.

Figura N°9: Ventana del estado de la medida



- Para visualizar la curva analítica ingresar al icono  en Calibration View.

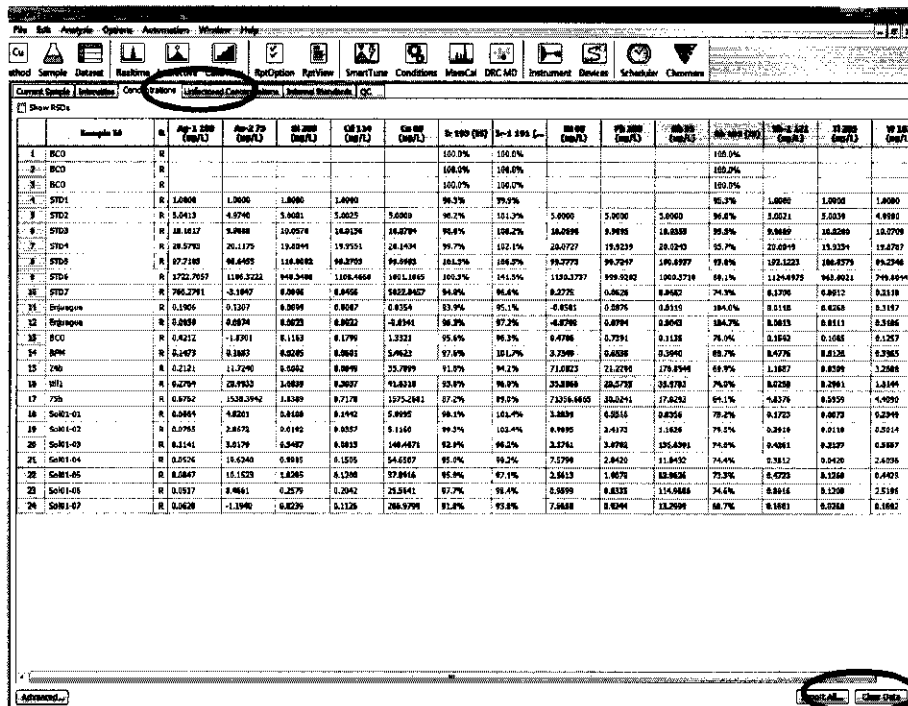


g) Exportar de resultados

- Para visualizar los resultados y exportar a una hoja de Excel ingresar al icono en la pestaña concentraciones se mostrara los resultados para los diferentes analitos.



Figura N°10: Ventana de visualización de resultados



Sample ID	Conc	Ap-2 239 (ppb/L)	Ap-2 79 (ppb/L)	20 209 (ppb/L)	20 239 (ppb/L)	Ca (ppb/L)	Fe 190 (ppb)	Fe-2 194 (ppb)	20 209 (ppb/L)	20 239 (ppb/L)	20 209 (ppb/L)	20 239 (ppb/L)	20 209 (ppb/L)	20 239 (ppb/L)
1 BCO	R						100.0%	100.0%				100.0%		
2 BCO	R						100.0%	100.0%				100.0%		
3 BCO	R						100.0%	100.0%				100.0%		
4 STD1	R	1.0008	1.0000	1.0000	1.0000		99.3%	99.9%				99.3%	1.0000	1.0000
5 STD2	R	5.0413	4.9740	5.0081	5.0025	5.0000	98.2%	101.3%	5.0000	5.0000	5.0000	98.8%	5.0021	5.0039
6 STD3	R	10.1617	9.9988	10.0574	10.0124	10.0799	98.8%	108.2%	10.0000	10.0000	10.0000	99.8%	10.0000	10.0000
7 STD4	R	20.3170	20.1170	19.8991	19.9551	20.1434	99.7%	102.1%	20.0727	19.9219	20.0240	99.7%	20.0919	19.9351
8 STD5	R	40.7180	40.4495	40.0000	40.0000	40.0000	100.3%	104.0%	40.0000	40.0000	40.0000	100.0%	40.0000	40.0000
9 STD6	R	81.2357	80.8922	80.0000	80.0000	80.0000	100.3%	104.0%	80.0000	80.0000	80.0000	100.0%	80.0000	80.0000
10 STD7	R	162.4714	161.7844	160.0000	160.0000	160.0000	100.3%	104.0%	160.0000	160.0000	160.0000	100.0%	160.0000	160.0000
11 STD8	R	324.9428	323.5688	320.0000	320.0000	320.0000	100.3%	104.0%	320.0000	320.0000	320.0000	100.0%	320.0000	320.0000
12 STD9	R	649.8856	647.1376	640.0000	640.0000	640.0000	100.3%	104.0%	640.0000	640.0000	640.0000	100.0%	640.0000	640.0000
13 STD10	R	1299.7712	1294.2752	1280.0000	1280.0000	1280.0000	100.3%	104.0%	1280.0000	1280.0000	1280.0000	100.0%	1280.0000	1280.0000
14 STD11	R	2599.5424	2588.5504	2560.0000	2560.0000	2560.0000	100.3%	104.0%	2560.0000	2560.0000	2560.0000	100.0%	2560.0000	2560.0000
15 STD12	R	5199.0848	5177.1008	5120.0000	5120.0000	5120.0000	100.3%	104.0%	5120.0000	5120.0000	5120.0000	100.0%	5120.0000	5120.0000
16 STD13	R	10398.1696	10354.2016	10240.0000	10240.0000	10240.0000	100.3%	104.0%	10240.0000	10240.0000	10240.0000	100.0%	10240.0000	10240.0000
17 STD14	R	20796.3392	20708.4032	20480.0000	20480.0000	20480.0000	100.3%	104.0%	20480.0000	20480.0000	20480.0000	100.0%	20480.0000	20480.0000
18 STD15	R	41592.6784	41416.8064	40960.0000	40960.0000	40960.0000	100.3%	104.0%	40960.0000	40960.0000	40960.0000	100.0%	40960.0000	40960.0000
19 STD16	R	83185.3568	82833.6128	81920.0000	81920.0000	81920.0000	100.3%	104.0%	81920.0000	81920.0000	81920.0000	100.0%	81920.0000	81920.0000
20 STD17	R	166370.7136	165667.2256	163840.0000	163840.0000	163840.0000	100.3%	104.0%	163840.0000	163840.0000	163840.0000	100.0%	163840.0000	163840.0000
21 STD18	R	332741.4272	331334.4512	327680.0000	327680.0000	327680.0000	100.3%	104.0%	327680.0000	327680.0000	327680.0000	100.0%	327680.0000	327680.0000
22 STD19	R	665482.8544	662668.9024	655360.0000	655360.0000	655360.0000	100.3%	104.0%	655360.0000	655360.0000	655360.0000	100.0%	655360.0000	655360.0000
23 STD20	R	1330965.7088	1325337.8048	1310720.0000	1310720.0000	1310720.0000	100.3%	104.0%	1310720.0000	1310720.0000	1310720.0000	100.0%	1310720.0000	1310720.0000
24 STD21	R	2661931.4176	2650675.6096	2621440.0000	2621440.0000	2621440.0000	100.3%	104.0%	2621440.0000	2621440.0000	2621440.0000	100.0%	2621440.0000	2621440.0000

h) Encendido del Automuestreador – ESI

- Encender el automuestreador por la parte posterior
- Conectar todas las tuberías para la bomba peristáltica y colocar todas las conexiones de la válvula.

Tabla N°2 Descripción de tuberías y conectores de la válvula

Descripción de tuberías		Conectores de la válvula	
Negro	→ carrier(0.76mm)	Azul	→ Probe de muestra
Rojo	→ drenaje	Negro	→ Puerto de vacío
Verde -Naranja	→ estándar interno (0.38 mm)	Blanco	→ Loop de muestra
		Verde	→ Conector "Y"
		Rojo	→ Conector de solución carrier

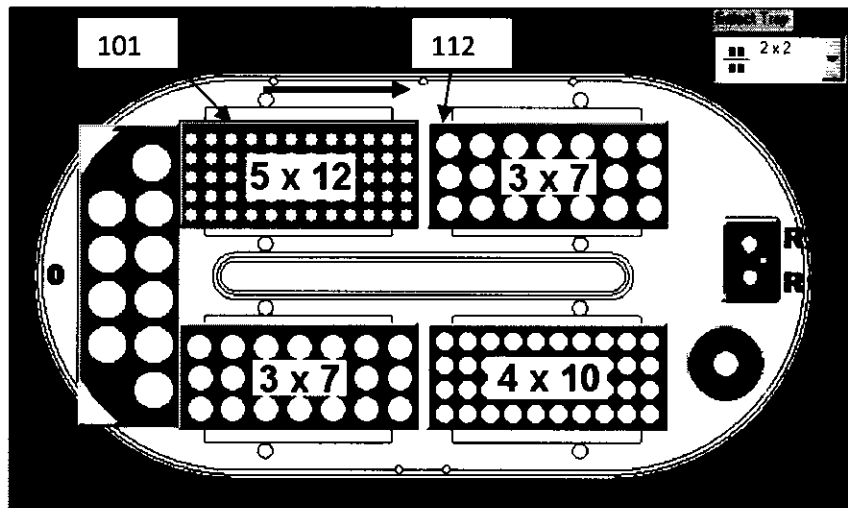


- En la bomba peristáltica presionar **las tuberías** para habilitar el ingreso de la soluciones al equipo. Debe ser desajustado cuando no se está analizando.
- En el accesorio de enfriamiento Peltier colocar en la posición 2 (se encenderá una luz verde) **para mantener una temperatura constante.**

i) Autosampler – ESI – SOFTWARE

- Abrir el software del ESI y clicar en **Initialize Autosampler**.
- Según las necesidades se podrá configurar el tipo de rack que se utilizara en el análisis. En la siguiente figura se observa 5 regiones.

Figura N°11: Ventana de las posiciones del autosampler



- Para verificar el punto de inicio de la aguja, ir a **Calibrate – Calibrate Autosampler – go to calibration point. Despues GO HOME**
- Para verificar el centrado de la aguja ir a **Calibrate – Calibrate Rack-Region number 0 y CORNER 1**. La posición de la aguja debe estar centrada, en caso contrario ajustar **Adjust Corner**, clicando en **-Y, +Y, -X, +X**, luego clicar en **SET REGION CALIBRATION y APPLY REGION CALIBRATION**. Finalizar clicando **GO HOME**.


6.1. APAGANDO EL EQUIPO

- Antes de proceder a apagar el equipo debe pasarse ácido nítrico diluido luego agua para lavar el sistema por 5 min cada uno. Luego retirar del agua y dejar pasar aire para eliminar el resto de agua en el sistema.
- Apagar el plasma. En el icono de Instruments, clicar en **OFF**.
- Apagar el chiller, antes esperar mínimo 5 minutos después de apagado el plasma.
- Apagar el extractor, antes esperar mínimo 10 minutos después de apagado el plasma.
- Soltar las conexiones de la bomba peristáltica para poder utilizarlos al día siguiente pero estas deben cambiarse después de 24 horas de uso.
- Apagar el equipo automuestreador ESI.
- Cerrar los softwares ESI y Nexion.
- Apagar el computador.

6.2. APAGANDO EL VACIO

- Apagar el vacio. Ir al icono de Instrument y clicar **OFF** en el icono de **VACUUM** y esperar 15 min para bajar el vacio.
- Bajar los dos switch del equipo. Situada en la parte izquierda lateral.
- Cerrar el gas de argón del primer y tercer piso.
- Apagar el aire acondicionado



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-040 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/11/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE MASAS CON PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO NEXION 300D	Página : 10 de 12

6.3. RECOMENDACIONES

- Apagar el plasma cuando no se esté analizando, así se ahorrara el consumo de argón.
- Revisar el buen estado de las tuberías de introducción y de ser necesario cambiar periódicamente para asegurar un ingreso constante de las soluciones.
- Cada cilindro de gas Argón dura entre 7 a 8 horas por lo cual se debe programar el pedido de gas anticipadamente.
- Cuando el daily performance no pasa por dobles cargas Ce++ se debe bajar un poco el flujo del nebulizador. Por ejemplo de 0.9 a 0.895.
- Almacenar las soluciones en botellas de polietileno de alta densidad.
- Las botellas y materiales de plástico deben estar lavarse y sumergirse en HNO₃ al 10% por 24 horas antes de su uso.
- Después de cada análisis lavar la cámara e inyector con HNO₃ 10%, y enjuagar con abundante agua desionizada.
- Al cambiar el gas argón cuando el equipo este prendido, se debe abrir primero la llave del cilindro lleno y después cerrar el anterior.

LIMPIEZA DEL EQUIPO

- Antorcha, inyector, cámara de nebulización y nebulizador: dejar las piezas en una solución de HNO₃ 10% y después lavar con abundante agua desionizada.
- Conos: primero lavar con HNO₃ 4%, en este caso se puede utilizar un paño suave o isopos para la limpieza.

IMPORTANTE: no coloque los conos dentro de la solución HNO₃ 4%. Solo límpielo con paño suave, principalmente en la punta.
En caso que se observa un desgaste rápido de los conos de Níquel puede ser necesario utilizar conos de platino, esto es común en matrices complejas.

Después de limpiar los conos con HNO₃ 4% se puede utilizar un pulidor de metales para sacar la coloración negra de los conos. Siempre termine la limpieza de los conos con agua desionizada.

6.4. SOLUCIONES DE PROBLEMAS FRECUENTES

- Si el plasma se apaga de repente.
- Verificar que las conexiones de mangueras se encuentren en la posición de drenaje hacia envase de descarte.
- Revisar que los balones de gases se encuentren sobre los límites definidos.
- Revisar que el drenaje no se esté reteniendo, para evitar que la solución por el plasma.
- Si sale un mensaje de FAULT en la barra del plasma.
- Verificar que el chiller se encuentre prendido.




7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACION

No aplica.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-040 Versión : 02 Fecha aprob.: 10/11/2016
	OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE MASAS CON PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO NEXION 300D	Página : 11 de 12

9. DIAGRAMACION

No aplica.

10. REGISTROS

- 10.1 DL-F-023 Formato de Mantenimiento y Verificación del ICP-MS
- 10.2 DL-F-207 Control diario de condiciones ambientales

11. GLOSARIO DE TERMINOS

Antorcha: Se utiliza para generar el plasma la descarga. La antorcha está formado por tres tubos concéntricos: un tubo exterior, tubo medio y el inyector. El gas (generalmente argón) que es utilizado para formar el plasma pasa entre el medio y externo tubos en una velocidad de flujo de 12 a 17 L / min.

Cono sampler: El cono muestreador, que es el primero cono de la interfaz, es comúnmente de níquel o platino y contiene un pequeño orificio de aproximadamente 0,8 a 1,2 mm de diámetro, dependiendo del diseño. El cono de muestreo es más grande que el cono skimmer.

Cono skimmer: El cono skimmer, que es el segundo cono de la interfaz, se hace típicamente de níquel o platino y contiene un pequeño orificio de aproximadamente, de 5 a 8 mm de diámetro, dependiendo del diseño.

12. ANEXOS

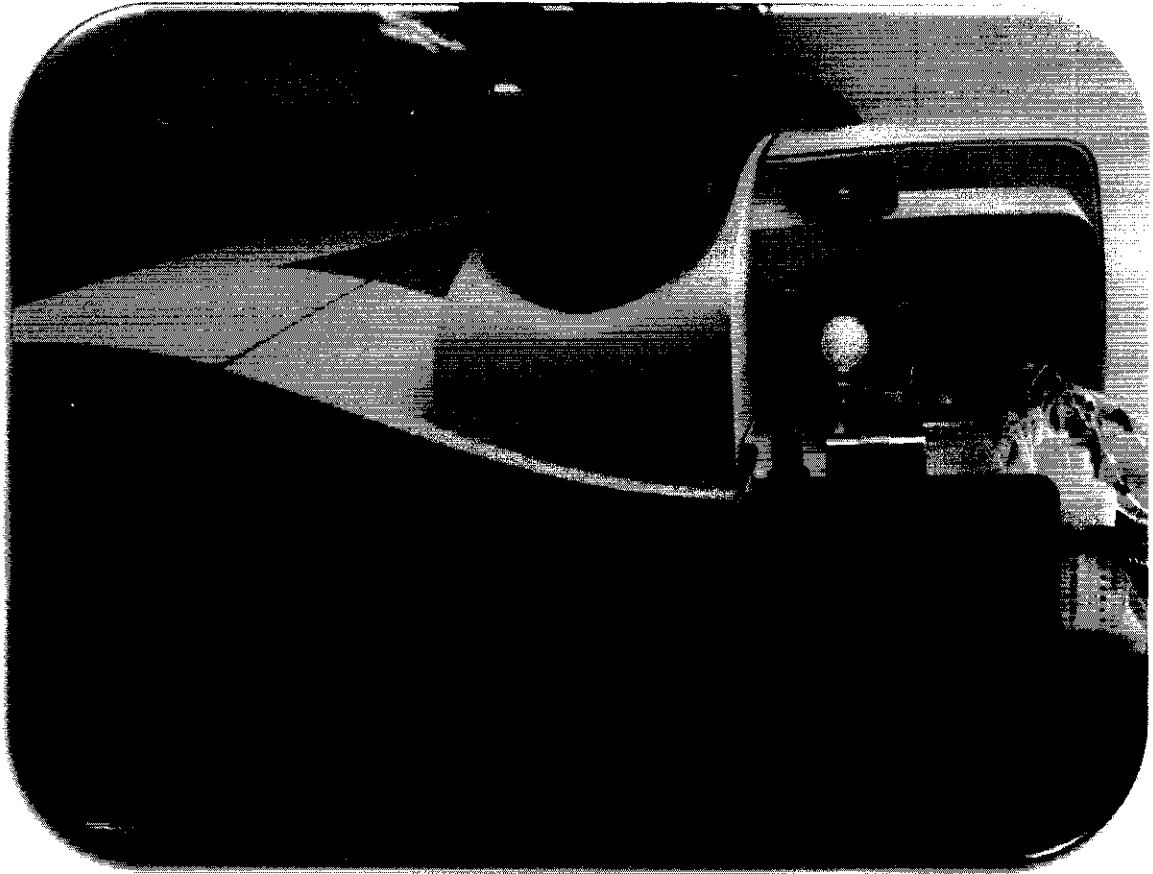
- 12.1 Espectrómetro de Masas con Plasma Inductivamente Acoplado.



INSTRUCTIVO

OPERATIVIDAD DEL ESPECTRÓMETRO DE MASAS CON PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO NEXION 300D


Código : DL-I-040
Versión : 02
Fecha aprob.: 10/11/2016
Página : 12 de 12



Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-041 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE FUSIÓN ELÉCTRICA	Página : 1 de 6

1. Finalidad

Establecer las instrucciones a seguir para la operación del Equipo de fusión eléctrica (Claisse, TheOx), con el fin de asegurar su funcionamiento, de acuerdo a las especificaciones del manual del equipo.

2. Alcance

Aplica para la fusión con metaborato de litio y peróxido de sodio de muestras oxidadas tales como: polimetálicos, elementos mayores y traza en muestras de rocas, suelos y sedimentos y peróxido para muestras refractarias.

3. Documentos a Consultar / Base Legal

- 3.1. Claisse, The Ox User Manual.
- 3.2. **Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.**

4. Requisitos

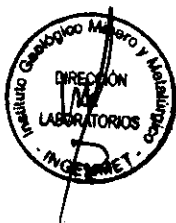
- 4.1 Equipo de Protección Personal – EPP como: Mandil, lentes de seguridad, guantes y respirador.

5. Responsabilidades

- 5.1 El Director de Laboratorios es responsable de revisar y aprobar el presente Instructivo, así como garantizar su cumplimiento.
- 5.2 El especialista en digestión, es responsable de la manipulación, operación y cuidado del equipo de fusión eléctrica, además de informar para su mantenimiento preventivo y/o correctivo.

6. Etapas del Instructivo

- 6.1 Accionar la campana extractora del equipo de fusión eléctrica.
- 6.2 Activar la llave general eléctrica para energizar la fuente del equipo de fusión eléctrica.
- 6.3 Activar la llave de encendido del equipo, que se ubica en la parte lateral de la fuente.
- 6.4 Parámetros de un programa de fusión
 - **Steptype** corresponden al propósito principal de una etapa dada. Hay cuatro tipos de etapas diferentes:
 - **Transition steps** son las dos primeras etapas de un programa de fusión. La primera etapa de transición es una etapa de precalentamiento. La segunda etapa de transición es la etapa de carga, donde los crisoles se introducen en la cámara de calentamiento.




Esta etapa termina cuando la cinta transportadora está dentro de la cámara y la puerta de la cámara se ha cerrado, de modo que el contenido de los crisoles se puede calentar.

- **Heatingsteps** están diseñadas para calentar y agitar la mezcla a fin de producir una mesa fundida homogénea.
- **Pouringstep**, la mezcla fundida se transfiere a los moldes o vasos. Un programa de fusión solo puede incluir una etapa de vertido. Los programas del modo Peróxido no tienen una etapa de vertido.
- **Coolingsteps**, pretenden solidificar las perlas o agitar las soluciones. Durante las etapas de enfriamiento, los ventiladores se activan para refrigerar los moldes, crisoles, porta crisoles, sistema de balanceo y otras partes que fueron expuestas a altas temperaturas durante las etapas de calentamiento. Cada programa de fusión debe incluir al menos una etapa de enfriamiento.
- **Duration** determina el tiempo de la etapa (en minutos y segundos). La duración mínima de una etapa es de cero minutos y un segundo. La duración máxima de una etapa es de 99 minutos y 59 segundos.
- **Heat** establece la temperatura (en grados Celsius) a alcanzar y mantener en la cámara de calentamiento durante la etapa. El calor puede ser ajustado a cualquier número entero de 151 a 1200°C.
- **Rockingspeed** determina la velocidad del motor de oscilación (en RPM). Se puede ajustar desde 0 (sin oscilación) a 40 (velocidad de oscilación máxima).
- **Rockingfront position** define la posición máxima de balanceo hacia delante durante la agitación. Este valor puede ajustarse de 0° (no oscilante) a 45° de la vertical (velocidad de oscilación máxima).
- **Fan speed** determina la velocidad de los ventiladores de refrigeración del molde. Se puede ajustar de 0 (no hay flujo de aire) a 100 (máximo flujo de aire). Cada programa de fusión debe incluir por lo menos un paso en el que se establece Fan speed a 80 a más.

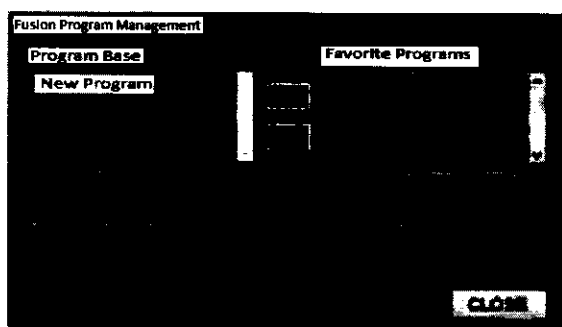
6.5 Creación de un programa de fusión

- 6.5.1 Seleccione "Menu" y, a continuación, "Manage program".
- 6.5.2 Introduzca la contraseña de gestionar programa en la ventana "Access Request" y pulse "Ok" para acceder a la ventana "Fusion Program Management".
- 6.5.3 Seleccione el programa que desee en "Programa base" o la lista "Favorite program".
- 6.5.4 Para crear un programa desde cero, seleccione "New Program" desde "program base".
- 6.5.5 Para iniciar de un programa existente para crear uno nuevo, seleccione el programa deseado existente.
- 6.5.6 Pulse "create", aparecerá la ventana "Fusion Program Edition".



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-041 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE FUSIÓN ELÉCTRICA	Página : 3 de 6

- 6.5.7** Si ha seleccionado la opción "New Program", todos los campos personalizables estarán vacíos.
- 6.5.8** Si ha seleccionado un programa existente, los valores de los parámetros del programa seleccionado serán marcados como predeterminados para el nuevo programa.
- 6.5.9** Escriba un nombre y una descripción para el nuevo programa: seleccione el campo deseado, introduzca la información que desee con el teclado virtual o regular y pulse "enter".
- 6.5.10** Ajuste el modo de vertido mediante la lista desplegable.



Ventana Fusion Program Edition Management

6.6 Borrado de un programa de fusión

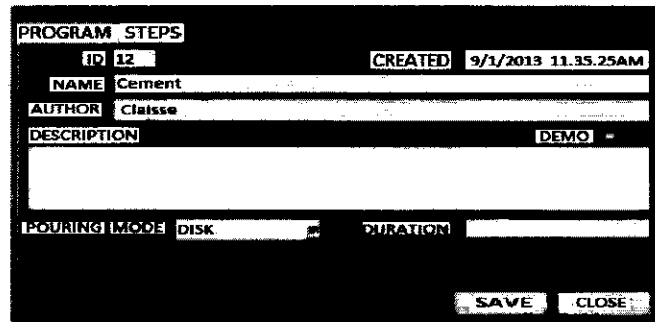
- 6.6.1** Seleccione "menu" y, a continuación, "Manage Program".
- 6.6.2** Introduzca la contraseña de gestionar programa en la ventana "Access Request" y pulse "Ok" para acceder la ventana "Fusion Program Management".
- 6.6.3** Seleccione el programa que desee en "Programme base" o la lista "Favorite programs".
- 6.6.4** Pulse "Delete" y confirme para borrar el programa.

6.7 Modificación de los parámetros del programa

- 6.7.1** Seleccione "Menu" y, a continuación, "Manage Program".
- 6.7.2** Introduzca la contraseña de gestionar Programa en la ventana "Access Request" y pulse "Ok" para acceder a la ventana "Fusion Program Management".
- 6.7.3** Seleccione el programa que desee en "Program Base" o la lista "Favorite Programs".
- 6.7.4** Los programas preestablecidos no se pueden modificar.
- 6.7.5** Pulse "Edit". La ventana "Fusion Program Edition" será mostrada.
- 6.7.6** Para modificar un parámetro del programa, seleccione la pestaña "Program".
- 6.7.7** Para modificar un parámetro de una etapa, seleccione la pestaña "steps", y luego la columna correspondiente a la etapa que se desea editar. La ventana "Fusion step" será mostrada.
- 6.7.8** Seleccione el campo que se desee e introduzca el valor deseado.



- 6.7.9 Escriba valores alfa-numéricos con el teclado virtual o regular y pulse "enter".
- 6.7.10 Aumente/ disminuya los valores numéricos utilizando los botones "+" y "-".
- 6.7.11 Si está en la ventana "Fusion Step", pulse "Apply" para guardar los cambios y volver a la ventana "Fusion Program Edition".
- 6.7.12 Una vez que se ha procedido con todos los cambios deseados, pulse "save" y confirme.
- 6.7.13 Pulse "Close" para salir de la ventana "Fusion Program Edition".



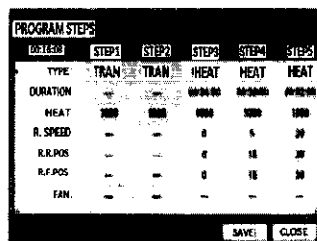
Ventana Fusion Program Edition, pestaña Program

6.8 Borrar una etapa a un Programa de Fusión

- 6.8.1 Siga los pasos para modificación de parámetros de programa hasta llegar a la ventana "Fusion Step".
- 6.8.2 Pulse "Delete" para borrar la etapa.
- 6.8.3 Una vez que se ha procedido con todos los cambios deseados, pulse "Save" y confirme.

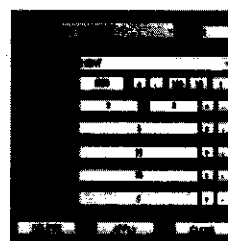
6.9 Adición de una etapa de fusión

- 6.9.1 Siga los pasos para modificación de parámetros de programa hasta llegar a la ventana "FusionStep".
- 6.9.2 En el campo "Action", seleccione la opción deseada:
- 6.9.3 Para insertar una nueva etapa antes de la etapa seleccionada, elija "Insert Before"
- 6.9.4 Para insertar una nueva etapa después de la etapa seleccionada, elija "Insert after".
- 6.9.5 Modifique los parámetros de la etapa como se desee.
- 6.9.6 Pulse "Apply" para insertar la etapa como está definida actualmente en la ventana "Fusion step" y volver a la ventana "Fusion Program Edition".
- 6.9.7 Una vez que se ha procedido con todos los cambios deseados, pulse "Save" y confirme.





	DELETE	STEP1	STEP2	STEP3	STEP4	STEP5
TYPE		TRAN	TRAN	HEAT	HEAT	HEAT
DURATION		00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
HEAT		5000	5000	5000	5000	5000
R. SPEED		0	0	5	20	
R.P.POS		0	0	10	20	
R.P.POS		0	0	10	20	
FAN						

Ventana Fusion Program Edition, pestaña Steps



Ventana Fusion Step

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-041 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE FUSIÓN ELÉCTRICA	Página : 5 de 6

6.10 Gestión de la lista de programas favoritos

- 6.10.1** El ítem **"Prog Select"** del menú de la interfaz de acceso a una lista de selección rápida de programas de fusión llamado la lista **"Favorite Programs"**. Esta lista está configurada por defecto para incluir a los 10 programas preestablecidos. Sin embargo, usted puede gestionar la lista para agregar programas a la medida y eliminar los innecesarios.
- 6.10.2** Seleccione **"Menu"** y, a continuación, **"Manage program"**.
- 6.10.3** Introduzca la contraseña de gestionar programa en la ventana **"Access Request"** y pulse **"Ok"** para acceder a la ventana **"Fusion Program Management"**
- 6.10.4** Seleccione el programa que desee **"Program base"** o la lista **"Favorite Program"**.
- 6.10.5** Utilice el botón **>>** o **<<** para transferir el programa de una lista a la otra.
- 6.10.6** La lista de programas favoritos debe incluir por lo menos un programa y no puede contener más 10.
- 6.10.7** Repita hasta que la lista de programas favoritos corresponde a sus necesidades.
- 6.10.8** Una vez que se ha procedido con todos los cambios deseados, pulse **"Save"** y confirme
- 6.10.9** Puede restaurar la lista original de programas favoritos (que contiene los 10 programas preestablecidos) pulsando **"Reset Favorite"**

7. Instrucciones

No aplica.

8. Duración

No aplica.

9. Diagramación

No aplica.

10. Registros


No aplica.

11. GLOSARIO DE TERMINOS.

- 11.1 Fusión eléctrica:** De acuerdo a la teoría, se conoce como fusión al procedimiento de carácter físico que implica un cambio de estado en una materia que pasa de sólido a líquido.

Fusión no consiste en calentar la muestra hasta su temperatura de fusión, sino más bien tener las muestras oxidadas disueltos en un disolvente, generalmente un fundente de borato de litio. Por lo tanto, la temperatura requerida para la preparación de las muestras tienen que ser ligeramente superior a la temperatura de fusión del fundente, pero no



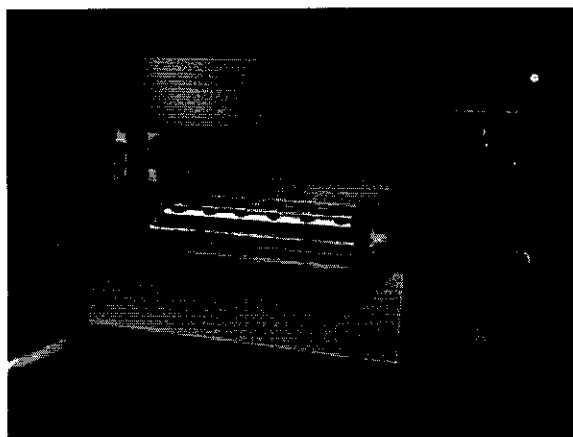
	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-041 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL EQUIPO DE FUSIÓN ELÉCTRICA	Página : 6 de 6

superior a 1050 ° C. Metaborato de litio (LiBO_2 , pf 850 ° C) reacciona con los óxidos ácidos, por ejemplo SiO_2 , y tetraborato de litio ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, pf 920 ° C) reacciona con los óxidos básicos, por ejemplo CaO .

- 11.2 Tetraborato de Litio y Metaborato de Litio: (LIT/LIM).** El metaborato de litio y el tetraborato de Litio, o una mezcla de ambos, puede ser usado como fundente en la preparación de muestras para su análisis por XRF, AAS, ICP-OES, ICP-MS. Son agentes no humectantes y/u oxidantes, cuyo flujo se compone en la práctica de varias proporciones de estas sales.
- 11.3 Peróxido de sodio:** preparación de muestras se usa en la fusión con peróxidos, para compuestos altamente refractarios como cromita, magnetita, ilmenita, rutilo, sílice y carburo de sílice; materiales con alto contenido de sulfuros y metales nobles.
- 11.4 Material refractario:** Son materiales que tienen estabilidad química y resistencia mecánica a alta temperatura, en general superior a 1400 °C.
- 12. ANEXOS.**

Anexo N°1

Imagen del Equipo de fusión eléctrica (Claisse, The Ox)



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



1. Finalidad

Establecer las instrucciones a seguir para la operatividad del Equipo desionizador de agua potable, Modelo ED4-380, con el fin de asegurar su funcionamiento, de acuerdo a las especificaciones del manual del equipo.

2. Alcance

Este instructivo aplica a los analistas y personal autorizado del Laboratorio de Química. Se inicia con la preparación de las soluciones regenerantes hasta la obtención del agua desionizada.

3. Documentos a Consultar / Base Legal

- 3.1 Manual de los procesos básicos de intercambio iónico en el tratamiento de agua.
- 3.2 Standards Methods for the Examination of Water and Wastwater publicado por la APHA método electrométrico 4500-H+ B2005.
- 3.3 Manual de regeneración del equipo desmineralizador Modelo ED-4-380 Environmental S.A.Ingeniería en Aguas.
- 3.4 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. Requisitos

No aplica.

5. Responsabilidades

- 5.1 El Responsable del Laboratorio de Química supervisará periódicamente el correcto funcionamiento del Equipo desionizador de agua potable.
- 5.2 El Analista y/o personal autorizado del Laboratorio de Química será el encargado de operar el Equipo desionizador de agua potable bajo la supervisión del responsable del Laboratorio de Química.
- 5.3 El Analista y/o personal autorizado del Laboratorio de Química solicitará, de acuerdo a lo recomendado por el proveedor, el mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso.

6. Etapas del Instructivo

6.1 Preparación de las Soluciones Regenerantes de resinas

- 6.2.1 **Solución de ácido clorhídrico.-** Preparar en cada recipiente identificado con tapa y etiqueta color rojo, un volumen de 4.5 L de agua desionizada, después adicionarle un volumen de 1.5 L de ácido clorhídrico concentrado, por recipiente y realizar la mezcla con el debido cuidado en el interior de una campana extractora por el desprendimiento de gases tóxicos.



**OPERATIVIDAD DEL SISTEMA
DESIONIZADOR DE AGUA POTABLE
MODELO ED4-380**

6.2.2 Solución de Hidróxido de Sodio (lentejas y/o escamas).- Preparar en cada recipiente identificado con tapa azul y etiqueta amarillo, un volumen de 6.0L de agua desionizada, después adicionarle un peso de 225 g de Hidróxido de Sodio concentrado, por recipiente y realizar la mezcla con el debido cuidado en el interior de una campana extractora por el desprendimiento de gases tóxicos.

6.2 Ubicación de los recipientes para el sistema de lavado.

- La ubicación de los recipientes conteniendo las soluciones regenerantes, se realiza de acuerdo a la posición de las columnas de izquierda a derecha.
- Primer y tercer recipiente de solución ácida, corresponde a la columna de etiqueta roja.
- Segundo y cuarto recipiente de solución soda, corresponde a la columna de etiqueta amarilla.

6.3 Lavado del sistema con soluciones químicas

6.3.1 Antes de iniciar el lavado cerrar las válvulas N° 2, 3, 4, 5 y 7 y abrir las válvulas N° 1 y 6 (ingreso y salida del agua) para alimentar con agua a todo el sistema del equipo desionizador, cada columna debe almacenar agua con la finalidad que tenga presión de evacuación de las soluciones en el momento de realizar las conexiones de las manguerillas de cada recipiente.

6.3.2 El lavado de las columnas se realiza individualmente de derecha a izquierda con las soluciones regenerantes.

6.3.3 Columna C-4 de etiqueta amarilla (Aniónica).- Desconectar y retirar la unión de la columna, luego realizar la conexión de la manguerilla que viene del recipiente de la solución de soda, abrir la válvula N°1 para alimentar con agua potable las columnas C-1, C-2, C-3 y C-4 hasta observar presencia de burbujas en el recipiente de la solución de soda, de forma inmediata abrir la válvula N°5 y cerrar la válvula N°1, para que la evacuación de la solución sea lento y el lavado de la resina sea uniforme.

6.3.4 Columna C-3 de etiqueta roja (Catiónica).- Desconectar y retirar la unión de la columna, luego realizar la conexión de la manguerilla que viene del recipiente de la solución ácida, abrir la válvula N°1 para alimentar con agua potable las columnas C-1, C-2 y C-3 hasta observar presencia de burbujas en el recipiente de la solución ácida, de forma inmediata abrir la válvula N°4 y cerrar la válvula N°1, para que la evacuación de la solución sea lento y el lavado de la resina sea uniforme.

6.3.5 Columna C-2 de etiqueta amarilla (Aniónica).- Desconectar y retirar la unión de la columna, luego realizar la conexión de la manguerilla que viene del recipiente de la solución de soda, abrir la válvula N°1 para alimentar con agua potable las columnas C-1 y C-2 hasta observar presencia de burbujas en el recipiente de la soda, de forma inmediata abrir la válvula N°3 y cerrar la válvula N°1, para que la evacuación de la solución sea lento y el lavado de la resina sea uniforme.

6.3.6 Columna C-1 de etiqueta roja (Catiónica).- Desconectar y retirar la unión de la columna, luego realizar la conexión de la manguerilla que viene del recipiente de la solución ácida,



abrir la válvula N°1 para alimentar con agua potable la columna C-1 hasta observar presencia de burbujas en el recipiente de la solución ácida, de forma inmediata abrir la válvula N°2 y cerrar la válvula N°1, para que la evacuación de la solución sea lento y el lavado de la resina sea uniforme.

Después de terminada las soluciones químicas regenerantes, desconectar las uniones de las manguerillas de cada columna, para eliminar completamente dichas soluciones químicas.

6.4 Lavado del sistema con agua potable

6.4.1 El lavado de las columnas se realiza de izquierda a derecha.

6.4.2 El lavado de las columnas se realiza individualmente de izquierda a derecha, con alta presión de agua, que sirve para remover y limpiar completamente las resinas que se encuentran en el interior de las columnas, eliminando cualquier remanente existente que hubiera de dichas soluciones químicas regenerantes. Se realiza de la siguiente manera:

6.4.3 **Columna C-1** de etiqueta roja (Catiónica), realizar la conexión de la unión del sistema, cerrar la válvula N°2 (almacenar agua en la columna), abrir la válvula N°3 (evacuar el agua de lavado) y abrir la válvula N°1 (ingreso inicial del agua), el tiempo de lavado es de aprox. 10 min y/o utilizar papel indicador para medir el pH del agua.

6.4.4 **Columna C-2** de etiqueta amarillo (aniónica), realizar la conexión de la unión del sistema, cerrar las válvulas N°2 y 3 (almacenar agua en las columnas), abrir la válvula N°4 (evacuar el agua de lavado) y abrir la válvula N°1 (ingreso inicial del agua), el tiempo de lavado es de aprox. 20 min y/o utilizar papel indicador para medir el pH del agua.

6.4.5 **Columna C-3** de etiqueta roja (catiónica) realizar la conexión de la unión del sistema, cerrar las válvulas N°2, 3 y 4 (almacenar agua en las columnas), abrir la válvula N°5 (evacuar el agua de lavado) y abrir la válvula N°1 (ingreso inicial del agua), el tiempo de lavado de aprox. 10 min y/o utilizar papel indicador para medir el pH del agua.

6.4.6 **Columna C-4** de etiqueta amarillo (aniónica), realizar la conexión de la unión del sistema, cerrar las válvulas N°2, 3, 4, y 5 (almacenar agua en las columnas), abrir la válvula N°6 (evacuar el agua de lavado) y abrir la válvula N°1 (ingreso inicial del agua), el tiempo de lavado de aprox. 20 min y/o utilizar papel indicador para medir el pH del agua.


6.5 Obtención del agua desionizada

6.5.1 El medidor que controla la calidad del agua, que está conectado a un sensor con electrodo de cobre, donde la lectura se da en Mega Ohms. Se realiza de la siguiente manera:

6.5.2 Abrir la válvula N°1 (ingreso inicial del agua), cerrar las válvulas N°2, 3, 4 y 5.

6.5.3 Abrir la válvula N°6 (evacuación del agua), cuando la aguja del medidor se encuentre en la zona verde, controlar la salida del agua con un equipo medidor de conductividad (conductímetro) en intervalos de tiempos, debiéndose obtener la calidad del agua a una conductividad ≤ 1.0 uS/cm.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-042 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DESIONIZADOR DE AGUA POTABLE MODELO ED4-380	Página : 4 de 5

6.5.4 Cerrar la válvula N°6 y abrir la válvula N°7, para obtener mejor calidad de agua desionizada menores a 1.0 uS/cm, según a los requerimientos del laboratorio, seguidamente se procederá a registrar toda la información en el formato DL-F-210 Control interno de conductividad del sistema desmineralizador de agua potable.

6.5.5 Quedando listo para el almacenamiento del agua desionizada bajo los parámetros de conductividad del laboratorio.

6.5.6 Los mantenimientos correctivos y preventivos se realizarán de acuerdo al SGC-F-219 Programa anual de calibración verificación mantenimiento y de acuerdo a ello se llenará el formato DL-F-220 Ficha de verificación/ calibración de equipos.

7. Instrucciones

No aplica.

8. Duración

No aplica.

9. Diagramación

No aplica.

10. Registros

10.1 DL-F-210 Control Interno de Conductividad del sistema desmineralizador de Agua Potable

10.2 SGC-F-219 Programa anual de calibración, verificación y mantenimiento.

10.3 SGC-F-220 Ficha de verificación/Calibración de Equipos.

11. Glosario de Términos

11.1 Desionizador de agua potable: Es un sistema que contiene resinas insolubles de intercambio catiónico (RES-SO₃H) y de intercambio Aniónico (RES - CH₂N (CH₃)₃OH⁺). Estas resinas pueden conservarse en columnas separadas o en una columna de lecho mixto. El agua corriente pasa a través de las columnas de resina, que intercambian los electrolitos solutos por iones H⁺ y OH⁻. Las resinas de intercambio catiónico están cargadas negativamente para captar iones cargados positivamente (Cationes) y las resinas de intercambio Aniónico están cargadas positivamente para captar los iones cargados negativamente (Aniones).



11.2 Conductímetro: Equipo que mide la resistencia eléctrica que ejerce el volumen de una disolución confinado entre los dos electrodos.

11.3 Papel indicador de pH: El Papel tornasol o Papel pH es utilizado para medir la concentración de Iones Hidrógenos contenido en una sustancia o disolución. Mediante la escala de pH, la cual es clasificada en distintos colores y tipos. El papel tornasol se

**OPERATIVIDAD DEL SISTEMA
 DESIONIZADOR DE AGUA POTABLE
 MODELO ED4-380**

sumerge en soluciones y luego se retira para su comparación con la escala de pH. El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O]^+$ presentes en determinadas disoluciones.


- 11.4 Ácido Clorhídrico:** es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrogeno (HCl). Es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico y se trata de un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa (HCl).
- 11.5 Hidróxido de Sodio:** es un sólido blanco e industrialmente se utiliza como disolución al 50 % por su facilidad de manejo. Es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos.
- 11.6 Agua desionizada o desmineralizada:** es aquella a la cual se le han quitado los cationes, como los de sodio, calcio, hierro, cobre y otros, y aniones como el carbonato, fluoruro, cloruro, etc. mediante un proceso de intercambio iónico. Esto significa que al agua se le han quitado todos los iones excepto el H^+ , o más rigurosamente H_3O^+ y el OH^- , pero puede contener pequeñas cantidades de impurezas no iónicas como compuestos orgánicos.

12. Anexos

Anexo N°1- Sistema Desionizador de Agua potable



Aprobado por : **Edwin Loaiza Choque**
DIRECTOR DE LABORATORIOS

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-043
	CONCENTRACIÓN DE MINERALES MEDIANTE SEPARADOR MAGNÉTICO	Versión : 03 Fecha aprob: 07/12/2017 Página : 1 de 5

1. FINALIDAD

Concentrar los minerales presentes en la muestra mediante el método de Separación Magnética.

2. ALCANCE

Desde la recepción de la muestra a concentrar hasta la entrega del reporte de "Concentración Mineralógica por Separación Magnética".

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.2 Frantz Magnetic Barrier Laboratory Separator (Assembly, Installation, Operation and Maintenance Instructions).
- 3.3 Magnetic Susceptibilities of Minerals, U.S. Geological Survey.

4. REQUISITOS

- 4.1 Muestras a granulometría a malla >60 y malla <40 (tamaño de grano referencial). Si las muestras presentaran granulometrías inferiores a la requerida, el proceso de separación se efectuará en mayor tiempo y la pureza de los concentrados será menor.
- 4.2 Se requiere la solicitud del análisis de las muestras Formato DL-F-161.

5. RESPONSABILIDADES


- 5.1 El especialista encargado del proceso, es el responsable de recibir las muestras y ejecutar todo el proceso de concentración mineralógica por separación magnética hasta obtener los resultados finales, elaborar el reporte y presentarlo a la Dirección de Laboratorios.
- 5.2 El responsable del Laboratorio de Rayos X da el visto bueno del reporte de resultados antes de su presentación ante la Dirección de Laboratorios.
- 5.3 El Director de Laboratorios da el visto bueno a los reportes para su posterior entrega al cliente.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El especialista encargado del proceso, recibe la muestra con su respectiva documentación y realiza lo siguiente:

- 6.1 Lavar la muestra con agua destilada para eliminar el material fino en suspensión (de ser necesario).
- 6.2 La muestra pulverizada debe estar seca.
- 6.3 Haciendo uso de un imán de mano separar la Magnetita (de presentar este mineral).
- 6.4 Poner en funcionamiento el separador magnético. Según lo establecido en el Instructivo DL-F-051.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-043
	CONCENTRACIÓN DE MINERALES MEDIANTE SEPARADOR MAGNÉTICO	Versión : 03 Fecha aprob: 07/12/2017 Página : 2 de 5

- 6.5 Fijar los parámetros establecidos en el manual de instrucciones "Frantz Magnetic Barrier Laboratory Separator (Assembly, Installation, Operation and Maintenance Instructions)".
- 6.6 Colocar la muestra en la tolva para iniciar el proceso de concentración mineralógica.
- 6.7 Proceder a la separación
- 6.8 Verificar el proceso de concentración mineralógica.
- 6.9 Los minerales concentrados serán colocados en sus respectivos sobres.
- 6.10 Cuantificación de las especies mineralógicas concentradas.
- 6.11 Proceder a elaborar el reporte de resultados de la concentración de minerales por Separación Magnética, formato DL-F-034 REPORTE DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE MINERALES POR SEPARACIÓN MAGNÉTICA. *Que será enviado por correo electrónico al solicitante con copia al Director de Laboratorios.*
- 6.12 Este proceso finaliza con la entrega del reporte de resultados a la Dirección de Laboratorios

7. INSTRUCCIONES

- 7.1 DL-I-051 Operación del Separador Magnético Frantz.

8. DURACIÓN

- 8.1 El tiempo total estimado para la duración del instructivo para una muestra es variable, dependiendo de su complejidad y cantidad de materiales, pueda variar desde 1 hora hasta 5 días.

9 DIAGRAMACIÓN

No Aplica

10 REGISTROS

- 10.1 DL-F-034 Reporte de Resultados de Concentración de Minerales por Separación Magnética.


11 GLOSARIO DE TÉRMINOS

No aplica

12 ANEXOS

- 12.1 Anexo 1
- 12.2 Anexo 2




	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-043 Versión : 03 Fecha aprob: 07/12/2017
	CONCENTRACIÓN DE MINERALES MEDIANTE SEPARADOR MAGNÉTICO	Página : 3 de 5

ANEXO 1

SEPARADOR MAGNÉTICO FRANTZ, VISTA FRONTAL



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-043
	CONCENTRACIÓN DE MINERALES MEDIANTE SEPARADOR MAGNÉTICO	Versión : 03 Fecha aprob: 07/12/2017 Página : 4 de 5

ANEXO 2


TABLA DE SUCEPTIBILIDADES MAGNÉTICAS

Mineral	Rango de Extracción (amps.)	Mejor Rango de Extracción (amps.)
Alanita	0.25 - 0.95	0.40 - 0.50
Apatito	1.4 - 1.7+	1.7+
Arsenopirita	1.35 - 1.7+	
Barita	1.7+	
Biotita	0.25 - 0.50	0.32 - 0.40
Bornita	0.60 - 0.75	
Casiterita	0.15 - 1.7+	1.7+
Calcocita	1.1 - 1.7+	
Calcopirita	0.90 - 1.7+	1.7+
Clorita	0.20 - 0.40	
Cromita	0.25 - 0.40	0.30 - 0.35
Columbita	0.20 - 0.55	0.30 - 0.40
Covelita	1.0 - 1.2	
Cuarzo	1.7+	
Enargita	1.3 - 1.7+	
Epidota	0.40 - 0.55	
Esfalerita	0.35 - 1.7+	
Estaurolita	1.0 - 1.7+	
Euxanita	0.24 - 0.50	0.40 - 0.45
Feldespató	1.0 - 1.7+	1.7+
Fluorita	1.7+	
Ganita	0.40 - 0.80	0.50 - 0.65
Galena	1.7+	
Granate	0.15 - 0.70	0.20 - 0.35
Hematita	0.60 - 0.70	
Hornblenda	0.30 - 0.50	
Ilmenita	0.10 - 0.40	0.18 - 0.21
Kianita	1.0 - 1.7+	
Magnetita	0 - 0.05	0.02(-)
Microlita	0.80 - 1.7+	1.7+
Molibdenita	1.7+	
Monazita	0.30 - 1.0	0.55 - 0.75
Muscovita	.040 - 1.5	
Perovskita	0.30 - 0.50	0.40 - 0.45
Pirita	1.4 - 1.7+	1.7+
Pirocloro	0.80 - 1.0	
Piroxeno	0.20 - 0.60	0.35 - 0.50
Pirrotita	0 - 0.25	0.02 - 0.04
Rutilo	0.25 - 1.7+	
Scheelita	1.4 - 1.7+	1.7+
Silimanita	1.0 - 1.7+	
Tetrahedrita	0.65 - 1.3	
Tennantita	0.65 - 1.3	
Torianita	0.20 - 1.7+	1.7+
Torita	0.30 - 1.7	0.75 - 0.90
Topacio	1.7+	
Turmalina	0.30 - 1.7	0.35 - 0.55
Uraninita	0.60 - 0.95	
Xenotima	0.30 - 0.90	0.45 - 0.50
Zircon	0.40 - 1.7+	1.7+

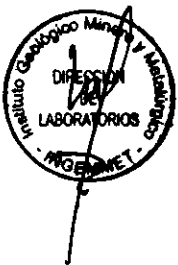


Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque
----------------	---------------------

Prohibido reproducir sin la autorización del RD del INGEMMET

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-043
	CONCENTRACIÓN DE MINERALES MEDIANTE SEPARADOR MAGNÉTICO	Versión : 03 Fecha aprob: 07/12/2017 Página : 5 de 5

DIRECTOR DE LABORATORIOS



Prohibido reproducir sin la autorización del RD del INGEMMET
--

VERIFICACIÓN DE BALANZAS ANALÍTICAS

1. FINALIDAD

Establecer una guía de verificación para las balanzas analíticas, con el fin de asegurar que las mediciones de masa, sean confiables, repetibles, reproducibles y comparables. Del mismo modo, para evidenciar la conformidad del producto y alcanzar los objetivos de calidad en los ensayos analíticos.

2. ALCANCE

Este instructivo aplica a todas las operaciones de verificación que se realizan a las balanzas analíticas del Laboratorio de Química.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1 Manual de instrucciones Sartorius Basic^{lite}
- 3.2 Instrucciones de instalación y de manejo Sartorius Basic^{plus}
- 3.3 Pinnacle Series, Operation Manual.
- 3.4 Certificados de calibración de las balanzas analíticas.
- 3.5 Certificados de calibración de los patrones de medición
- 3.6 *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*


4. REQUISITOS

No aplica

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Director de Laboratorios es responsable de la aprobación del presente instructivo.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio se encargará de hacer cumplir el presente instructivo.
- 5.3 El Coordinador de Calidad es responsable de la revisión y realización de eventuales cambios en el presente documento
- 5.4 El Personal que labora en el laboratorio de química, deberá seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

- 6.1 **Verificación de las condiciones ambientales:** Las balanzas analíticas requieren de condiciones ambientales controladas de temperatura y humedad, a fin de obtener mediciones confiables (Revisar la sección de datos técnicos de la balanza en los manuales de instrucción).
- 6.2 **Nivelación de la balanza:** Nivelar la balanza en el lugar de instalación, utilizando las perillas de ajuste, de tal manera que la burbuja de aire se sitúe en el centro del círculo de nivel.
- Estabilización de la balanza:** Para proporcionar resultados de medición exactos, la balanza requiere un tiempo de estabilización previo de no menos 30 minutos, después de conectarla a una fuente de corriente eléctrica o después de una interrupción de la corriente. Pasado este tiempo, la balanza alcanza la estabilidad de funcionamiento necesaria.
- 6.4 **Encendido de la balanza:** Encender la balanza presionando 
- 6.5 **Tara:** Oprimir la tecla de tara [TARE] para poner el indicador a cero.



VERIFICACIÓN DE BALANZAS ANALÍTICAS

6.6 Verificación con patrones de medición: Verificar la balanza, en el lugar de instalación, después de la estabilización previa y antes de realizar la primera pesada. Se debe verificar nuevamente la balanza cada vez que cambie de lugar de instalación o si varían las condiciones ambientales (específicamente de temperatura).

6.7 Registro de datos de verificación: En el formato DL-F-017, se consignan todos los datos correspondientes, y se determina si la balanza cumple con las características metroológicas necesarias para considerar el instrumento verificado.

6.8 Características metroológicas a comprobar

6.8.1 Exactitud

1. Colocar sobre el platillo el primer patrón de medición.
2. Esperar la estabilización de la lectura.
3. Registrar el dato en el formato DL-F-017.
4. Retirar el primer patrón de medición y ubicar el segundo.
5. Esperar a que se estabilice la lectura.
6. Registrar el dato en el formato DL-F-017.
7. Hacer lo mismo con todos los patrones en orden ascendente (respecto a su valor y rango de medición).

6.8.2 Invariabilidad

No aplica (Solo para calibración)

6.8.3 Excentricidad de carga

No aplica (Solo para calibración)

6.8.4 Movilidad

No aplica (Solo para calibración)

6.8.5 Repetibilidad

No aplica (Solo para calibración)

6.8.6 Constancia del punto cero

No aplica (Solo para calibración)

6.9 Cuidado y mantenimiento / Limpieza: Antes de iniciar con la limpieza, desconectar la balanza. No utilizar detergentes agresivos (solventes o similares), sino un paño humedecido en agua jabonosa.


7. INSTRUCCIONES

No aplica.

DURACIÓN

No aplica.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-044 Versión : 01 Fecha aprob.: 16/05/2016
	VERIFICACIÓN DE BALANZAS ANALÍTICAS	Página : 3 de 3

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica.

10. REGISTROS (FORMATOS)

10.1 DL-F-017 Verificación de Balanzas.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

11.1 **Balanza Analítica:** Instrumento de medición de laboratorio que se emplea para la medición y registro de la masa de una muestra. Para el aseguramiento de la calidad de medición, estos instrumentos deben ser calibrados periódicamente en un laboratorio de metrología reconocido y acreditado por INACAL.

11.2 **Verificación:** Es parte del aseguramiento de la calidad de resultados, a través del cual, con el uso de patrones de medición, se confirma el cumplimiento de aquellas expectativas establecidas implícita y obligatoriamente.

11.3 **Patrones de medición:** Instrumentos de medición que cuentan con un certificado de calibración. Los patrones deben ser de una clase de exactitud fina o por lo menos de una clase de exactitud más elevada que la pieza a comparar. Es importante conservar los patrones de medición cerca de las balanzas para asegurar condiciones ambientales similares.

11.4 **Exactitud:** Proximidad entre un valor de medida y un valor verdadero de un mensurando.

11.5 **Error:** Diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia.

11.6 **Error máximo permisible:** Diferencia máxima positiva o negativa, permitida por la regulación entre la indicación de un instrumento y el correspondiente valor verdadero, cuando se determina empleando medidas de masa patrones de referencia, con el instrumento en cero y sin carga, en la posición de referencia.

11.7 **Capacidad máxima:** Capacidad máxima de pesada, que no tiene en cuenta la capacidad de tara aditiva.

11.8 **Capacidad mínima:** Valor de carga por debajo del cual los resultados de la pesada pueden estar sujetos a un error relativo excesivo.


11.9 **Rango de medición:** Rango entre las capacidades mínima y máxima.

12. ANEXOS

No aplica.



Aprobado por	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
--------------	---

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-046 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DE REFRIGERADORA INDUSTRIAL	Página : 1 de 3

1. FINALIDAD

Conocer la funcionamiento del Refrigerador Industrial Marca: Barnstead, Modelo: 3796, ubicado en el Laboratorio de Química.
Establecer las condiciones óptimas para la conservación de muestras de agua.

2. ALCANCE

El presente instructivo aplica al equipo: Refrigerador Industrial. (ver Figura N°1) para la conservación de las muestras o soluciones líquidas.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Laboratory & Chromatography Refrigerators and Freezers.
- 3.2. *Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.*

4. REQUISITOS

No Aplica

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. Los analistas del Laboratorio de Química Analítica están autorizados para operar, utilizar la Refrigeradora Industrial y comunicar de necesitarse un mantenimiento correctivo.
- 5.2. El Responsable del Laboratorio, es el encargado de verificar que se cumpla con el mantenimiento preventivo y/o correctivo, calibración y uso correcto del equipo.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

6.1. EQUIPO:

- 6.1.1 Refrigerador Industrial Marca: Barnstead, Modelo: 3796, Serie: 14430700869667
Descripción:

- Control del termostato ajustable desde 1° a 10 ° C.
- Puertas de vidrio templado triples.
- 2 "de aislamiento de espuma de poliuretano en el lugar.
- 2 "de diámetro puertos de acceso de PVC para aplicaciones de gasificación.
- Construcción interior aluminio con acabado de esmalte horneado.
- Descongelamiento manual.

6.2. UBICACIÓN:

El refrigerador Industrial Marca: Barnstead, se ubica en el Laboratorio de Química.

6.3. OPERACIÓN:

- 6.3.1. Antes de operar el equipo, leer el manual Laboratory & Chromatography Refrigerators and Freezers (observar las recomendaciones generales de acuerdo a normas de seguridad de un sistema de almacenamiento, el cual se fundamenta en las dimensiones, peso y unidades de carga por productos existentes en las instalaciones)
- 6.3.2. Para encender el equipo, conectar y/o enchufar el Refrigerador.
- 6.3.3. Para apagar, desconectar el Refrigerador.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-046 Versión : 01 Fecha aprob: 16/05/2016
	OPERATIVIDAD DE REFRIGERADORA INDUSTRIAL	Página : 2 de 3

6.4. CUIDADOS y LIMPIEZA:

Mantener limpia la parte interna y externa del Refrigerador Industrial.

6.5. RECOMENDACIONES

- 6.5.1. Evitar abrir y cerrar las puertas corredizas constantemente ya que esto contribuye al aumento gradual de la temperatura dentro del equipo.
- 6.5.2. Realizar el mantenimiento de acuerdo al SGC-F-219 Programa Anual de calibración, verificación y mantenimiento.
- 6.5.3. Verificar periódicamente el buen estado de las empaquetaduras de las puertas corredizas a fin de asegurar la hermeticidad del refrigerador.

7. INSTRUCCIONES

No aplica

8. DURACIÓN

No Aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No Aplica

10. REGISTROS

- 10.1 DL-F-046: Control diario de temperatura de Refrigeradora industrial.
- 10.2 SGC-F-219 Programa Anual de calibración, verificación y mantenimiento.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 11.1. **Refrigeradora:** Dispositivo empleado principalmente en laboratorio que consiste en un armario aislado térmicamente, con un compartimento principal en el que se mantiene una temperatura de entre 1 a 10 °C.

12. ANEXOS

- 12.1 Figura N°1 Refrigerador Industrial Barnstead
- 12.2 Tabla N° 1 Refrigerador Industrial- Ficha Técnica



Figura N° 1: Refrigerador Industrial Barnstead

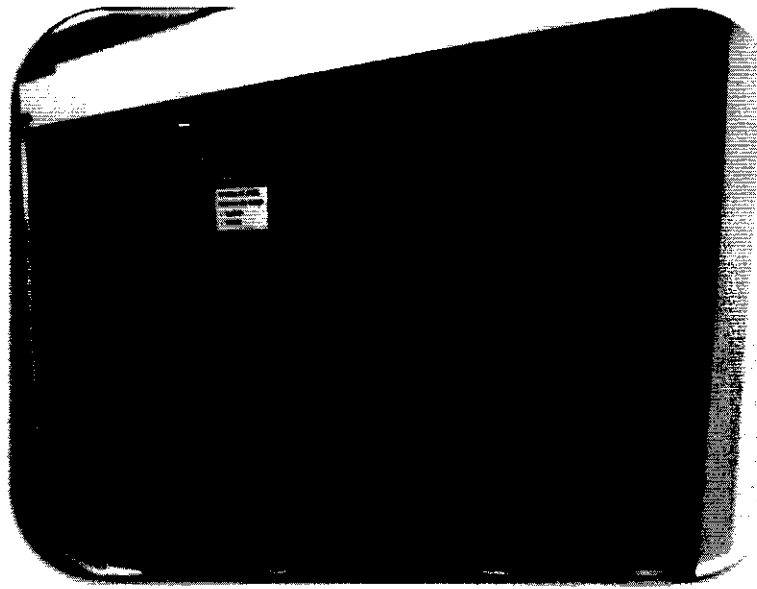


Tabla N° 1: Refrigerador Industrial – Ficha Técnica

Model #	Capacity Cu. Ft.	Access Ports 2" Diameter	Interior Dimensions Inches (cm)			Exterior Dimensions* Inches (cm)			Shipping Weight Lb. (Kg)
			W	H	D	W	H	D	
3790, 3790-1	23	1	24 (61)	61.5 (157)	27 (69)	27.25 (70)	78.25 (199)	29.5 (75)	311 (141)
3793, 3793-1	47	2	50.75 (129)	61.25 (156)	24.5 (63)	54 (138)	78.25 (199)	29.5 (75)	495 (225)
3796, 3796-1	69	2	75 (191)	61.5 (157)	27 (69)	78 (199)	79.25 (202)	29.5 (75)	678 (308)

*Exterior height does not include leveling feet. Add 6" for feet.


Model #	Electrical Volts	Hz	Duplex Outlets	Chromatography Rods	Shelves	Doors	Compressor	US List Price
3790 ^U	120	60	1	N/A	4	1 (swinging)	1/3 hp	
3790-1CE ^U	240	50	1	N/A	4	1 (swinging)	1/3 hp	
3793 ^U	120	60	2	1	8	2 (sliding)	1/2 hp	
3793-1CE ^U	240	50	2	1	8	2 (sliding)	1/2 hp	
3796 ^U	120	60	2	2	12	3 (sliding)	1/2 hp	
3796-1 ^U	240	50	2	2	12	3 (sliding)	1/2 hp	

Model #	Description	Model #	Description	US List Price
C	Casters	3790-B	Shelf for 3790 and 3790-1CE	
CR	Chromatography Rods	3793-B	Shelf for 3793 and 3793-1CE	
DT	Digital Temperature Readout	3796-B	Shelf for 3796 and 3796-1CE	
P	Access Ports			
V	Vapour proof Duplex Outlet			

When ordering, add accessory letter to end of model number, i.e.: 3790C



Aprobado por : **Edwin Loaiza Choque**
DIRECTOR DE LABORATORIOS

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-047 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	Página : 1 de 24

1. FINALIDAD

El presente instructivo tiene como finalidad estandarizar el método empleado en el procesamiento de las imágenes satelitales radar aplicando la técnica de Interferometría Radar DINSAR.

2. ALCANCE

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos, en procesamiento de imágenes satelitales radar con la técnica Interferometría Radar-DINSAR con el software DIAPASON v4.4.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET
- 3.2. Diapason V4.4 Automated Interferometric Processing Software, User's guide, Altamira Information. Ref.: DIAPV4_UG_NMau_07_10, p. 112.

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El Director de Laboratorios es responsable de la aprobación del presente instructivo.
- 5.2. El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.3. El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del procesamiento digital de las imágenes radar, haciendo uso del software DIAPASON v4.4 para aplicación del método de Interferometría Radar (InSAR), en la detección de cambios en la posición del suelo que estén asociados a deformación por eventos geológicos (actividad volcánicas, tectónica y/o sísmica; deslizamientos, etc.). Los mapas obtenidos son útiles en la evaluación de peligros geológicos.

6.1. Acceder al software:

Para acceder al software Diapason v4.4, ejecutar el programa Cygwin (C:\Users*nombre de usuario*\Desktop).



- 1 Comandos para acceder al software Diapason v4.4 en la ventana del programa Cygwin (ver figura N° 1).

cd d: ↵

cd Diapason_v4.4 ↵

cd gui ↵

diapasongui_exe ↵



Figura 1. Comandos para acceder al software Diapason v4.4 a través del Cygwin.

Se abrirá la ventana principal del software Diapason v4.4:



6.2. Datos de entrada:

6.2.1. Formatos soportados

El software Diapason v4.4 soporta imágenes radar de diversos satélites. El formato requerido para poder aplicar la técnica es el formato complejo, que contenga información tanto de fase como de amplitud (comúnmente: single look complex). La tabla N° 1, resume: los satélites, los modos de adquisición de los sensores radar, así como los formatos requeridos para aplicar la técnica.




 INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-047 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	Página : 3 de 24

Tabla N° 1, Satélites y modos de adquisición de los sensores radar, para aplicación de la técnica INSAR.

N°	Satélite	Modos de adquisición	Formato requerido aplicación de técnica INSAR	Extensión de archivo
1	JERS-1	- Image Mode (IM)	SLC: Single Look Phase Preserved	.j00
2	ERS1/2	- Image Mode (IM) - Wave Mode (WM)	SLC: Single Look Complex	.001 (o TIFF)
3	RADARSAT-1	- Standard - Wide (1), Wide (2) - Fine resolution - Extended (H), Extended (L) - Scansar (N), Sacansar (W)	SLC: Single Look Complex	.001
4	ENVISAT	- Image Mode (IM), - Wave mode (WS), - Alternating/cross polarization-AP. - Wide swath (WS). - Global Monitoring (GM)	SLC: Single Look Complex	.N1
5	ALOS PALSAR	- Fine Mode single polarisation (FBS). - Fine Mode dual polarisation (FBD). - Polarimétrico (PLR) - Scansar (WB).	Slant Range Coordinate	Img...H1.1_ _A
6	COSMOSKYMED	- Spotlight mode (SM). - Stripmap mode. - Scansar mode	Single Look Complex Slant	.h5
7	TERRASAR-X (TRX-1) TANDEM-X (TDX-1)	- Stripmap mode (SM) - Spotlight (SL) - High Resolution Spotlight (HS) - Wide ScanSAR mode (SC)	SSC (cosar): Slant-Range Single-Look Complex	.cos

6.2.2. Imágenes radar y modelo de elevación digital:

Ambas imágenes deben estar en formato complejo (ver tabla N° 1) y deben corresponder a un mismo sensor y geometría de adquisición (ángulo de incidencia, paso: ascendente/descendente) pero en diferente fecha, así definimos:

1. **IMAGEN MAESTRA** : la imagen cuya fecha de toma es la más antigua ("master image")
2. **IMAGEN ESCLAVA** : la imagen cuya fecha de toma es la más reciente ("slave image")
3. **DEM** : En formato .i2 ("Long integer" o entero largo) y/o r4 ("Floating" o flotante), debe cubrir el área a analizar.



Para efectos del procesamiento se identificará a las imágenes con su número de órbita, la cual se encuentra en los metadatos de la imagen.

Se requiere el modelo de elevación digital (DEM) para modelar y remover la contribución topográfica.

☞ Para elaborar el presente instructivo, se usaron imágenes TERRASAR-X del volcán Sabancaya (Arequipa):

1. ID de la **imagen maestra** (órbita 8697): (año/mes/día)
 TDX1_SAR_SSC_____SM_S_SRA **20120114** 231109_20120114T231117
 Órbita (8697)

2. ID de la **imagen esclava** (órbita 21389): (año/mes/día)
 TDX1_SAR_SSC_____SM_S_SRA **20140429** 231122_20140429T231130
 Órbita(21389)

Para extraer el número de la órbita, abrir con un editor de textos y ubicar el campo "absOrbit", en el archivo:
 TDX1_SAR_SSC_____SM_S_SRA_20120114T231109_20120114T231117.xml

3. El modelo de elevación digital (DEM-Digital Elevation Model):
 DEM_SRTM1_30_utm18S.i2 (tamaño: 1457 columnas x 1667 líneas)
 Este DEM tiene una resolución espacial de 30 metros, Sistema de coordenadas UTM, DATUM: WGS-84; 18S.

1 La organización del directorios de trabajo, será según:

📁 SABANCAYA_TSX_Diap

Directorio de trabajo: I:\INSAR\INSAR_VOLCAN →

📁 8697_21389_30

Directorio del par interferométrico (órbita1_órbita2_resol) →

📁 CI2

📁 DEM

Directorio de imágenes extraídas (en formato complejo ci2) →

📁 Geosar_originales

Directorio del Modelo de Elevación Digital (DEM, formato i2) →

Directorio de los archivos Geosar originales (de la extracción) →

📁 ML

Directorio de imágenes Multilook →



6.3. Flujo del procesamiento InSAR

En la figura N° 2 se muestra las diferentes etapas para calcular un interferograma con el software Diapason v4.4.

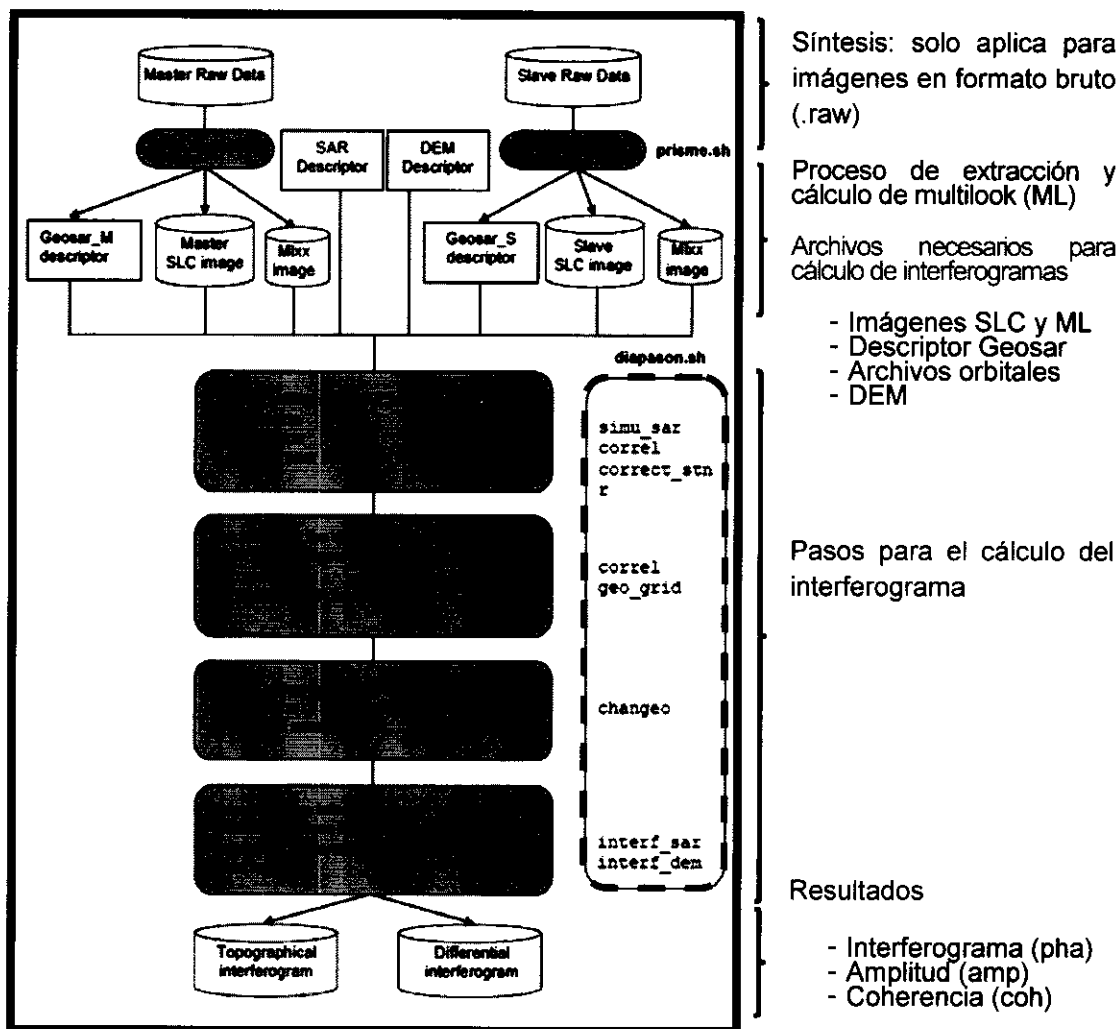


Figura N° 2. Flujo del procesamiento interferométrico

(Ref.: DIAPV4_UG_NMau_07_10)

6.3.1. Extracción de imágenes

Las imágenes radar vienen en diferentes formatos. En esta etapa se extrae las imágenes radar de su formato original para que puedan ser procesadas.

Archivos de ingreso:

1. TDX1_SAR__SSC_____SM_S_SRA_20120114T231109_20120114T231117.x ml
2. TDX1_SAR__SSC_____SM_S_SRA_20140429T231122_20140429T231130.x ml



Archivos de salida:

- | | |
|--------------|---|
| 1. 8697.ci2 | → Imagen radar maestra en formato complejo |
| 2. 8697.rad | → Parámetros para apertura la imagen ci2 |
| 3. 8697.orb | → Archivo que contiene la información orbital |
| 4. 8697 | → Archivo GEOSAR (descriptor de la imagen) |
| 5. 21389.ci2 | → Imagen radar esclava en formato complejo |
| 6. 21389.rad | → Parámetros para apertura la imagen ci2 |
| 7. 21389.orb | → Archivo que contiene la información orbital |
| 8. 21389 | → Archivo GEOSAR (descriptor de la imagen) |

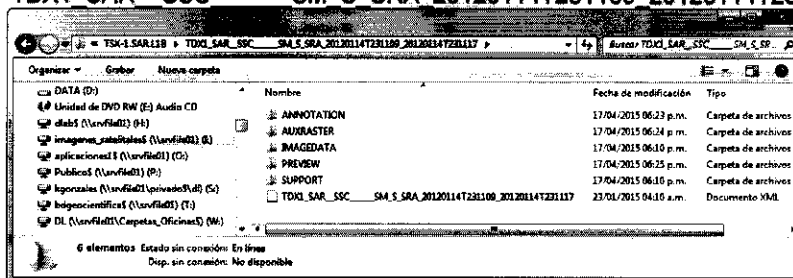
1 Procedimiento Diapason v4.4 para extracción de imágenes

En el menú principal del software Diapason v4.4: Data ingestion → SLC → Data Extraction (seleccionar data type:TERRASAR-X):

Ingresar como archivo de entrada el archivo *.xml de la imagen maestra (órbita 8697).

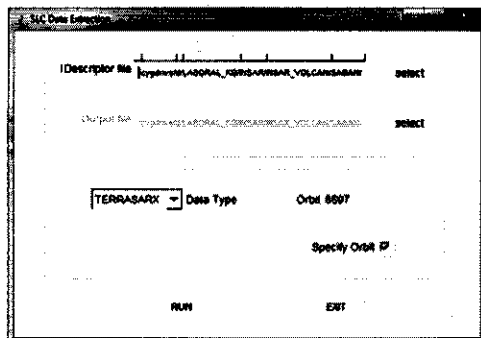
Imagen de entrada (para el presente instructivo), se ubica en:


- I:\
- ↳ INSAR\
- ↳ INSAR_VOLCAN\
- ↳ SABANCAYA_TSX_Diap\
- ↳ TDX1_SAR_SSC_____SM_S_SRA_20120114T231109_20120114T231117\
- ↳ TSX-1.SAR.L1B
- ↳ TDX1 SAR_SSC _____SM S SRA 20120114T231109_20120114T231117.xml



Archivo de salida:

Ingresar ruta de salida I:\INSAR\INSAR_VOLCAN\SABANCAYA_TSX_Diap\CI2



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-047 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	Página : 7 de 24

Ingresar como archivo de salida el nombre de la órbita de la imagen que se está extrayendo y correr el proceso.

Proceder de manera similar con la imagen esclava (órbita 21389).

Antes de continuar con el proceso, hacer una copia de respaldo de los archivos .geosar a la carpeta I:\INSAR\INSAR_VOLCAN\SABANCAYA_TSX_Diap\Geosar_originales (según organización de directorio de trabajo, 6.2.2).

6.3.2. Cálculo de imágenes multilook

En esta etapa se calcula una imagen de intensidad de vistas múltiples (multilook), en base al promedio de varias celdas de resolución en rango y/o en azimut. Se mejora la resolución radiométrica pero se pierde resolución espacial y se hace con el fin de reducir el ruido (speckle) en las imágenes. El factor de multilook dependerá de cada tipo de imagen radar, pero deberá determinarse para mantener un pixel cuadrado.

Archivos de salida:

- | | |
|---------------------|---|
| 1. 8697_ml1212.oct | → <u>Imagen radar</u> de amplitud |
| 2. 8697_ml1212.rad | → Parámetros para apertura de la imagen oct |
| 3. 8697 | → Archivo GEOSAR (actualizado) |
| 4. 21389_ml1212.oct | → <u>Imagen radar</u> de amplitud |
| 5. 21389_ml1212.rad | → Parámetros para apertura de la imagen oct |
| 6. 21389 | → Archivo GEOSAR (actualizado) |

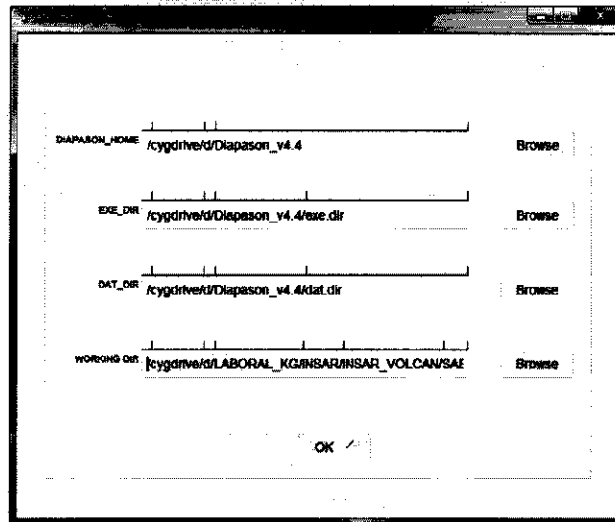


1 Procedimiento Diapason v4.4 para cálculo de multilook

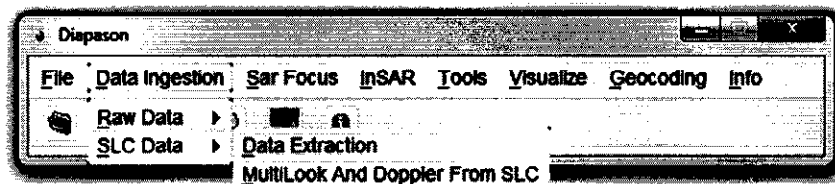
En la ventana principal File → Define Environment (ingresar las rutas según cuadro de diálogo mostrado abajo).

En el caso del directorio de trabajo (WORKING DIR), asignar la ruta para que las imágenes multilook se creen en el directorio ML, es decir:

/cygdrive/i/INSAR/INSAR_VOLCAN/SABANCAYA_TSX_Diap/ML




Data ingestion → SLC Data → MultiLook And Doppler From SLC




Input file: .../SABANCAYA_TSX_Diap/CI2/8697.ci2

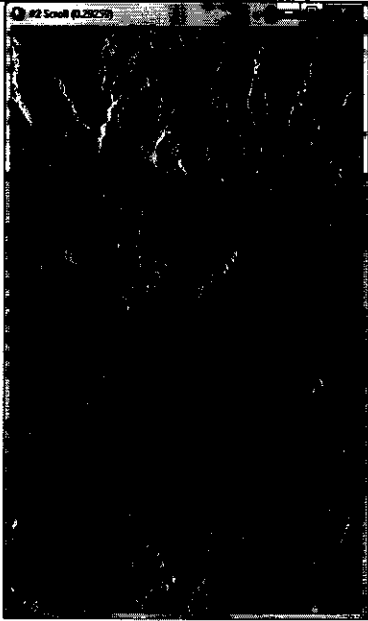
.geosar file: .../SABANCAYA_TSX_Diap/CI2/8697

En el caso del ejemplo los factores usado de ML son: ML Azimuth=12; ML Range=12; Gain: 0.1

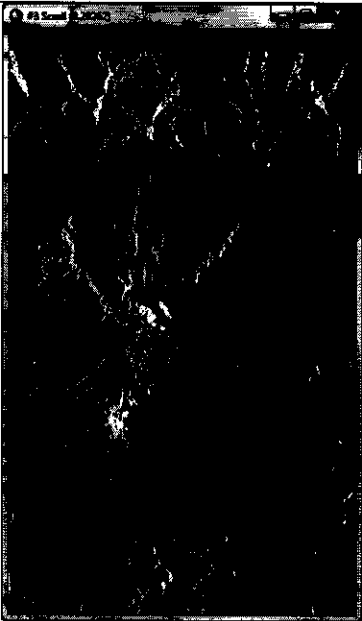
Para visualizar las imágenes, use el icono  (View Radar Image) del menú principal del software Diapason v4.4.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-047 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	Página : 9 de 24



Vista previa imagen multilook
(fecha: 14/01/2012)



Vista previa imagen multilook
(fecha: 29/04/2014)

Puede hacer uso del software ENVI para visualizar mejor las imágenes.
Una vez ejecutado el proceso de multilook, mover los archivos: doppler.* y *.geosar del directorio CI2 al directorio ML (según organización de directorio de trabajo, 6.2.2).

Realizar una copia de los archivos *.geosar, *ml1212.oct, *ml1212.rad (de la imagen maestra y de la imagen esclava en el directorio del par que se procesará, en este caso:
... SABANCAYA TSX Diap/8697_21389_30

6.3.3. Configuración de rutas para cálculo de interferograma

Crear un directorio de trabajo para cada par interferométrico que se desea calcular, según: →

orbita1_órbita2_resolución espacial del DEM

En el caso del presente instructivo:

↓ 8697_21389_30



1 Procedimiento Diapason para configuración de rutas

a) Definición de directorio de trabajo:

En el menú principal del software File → Define Environment:

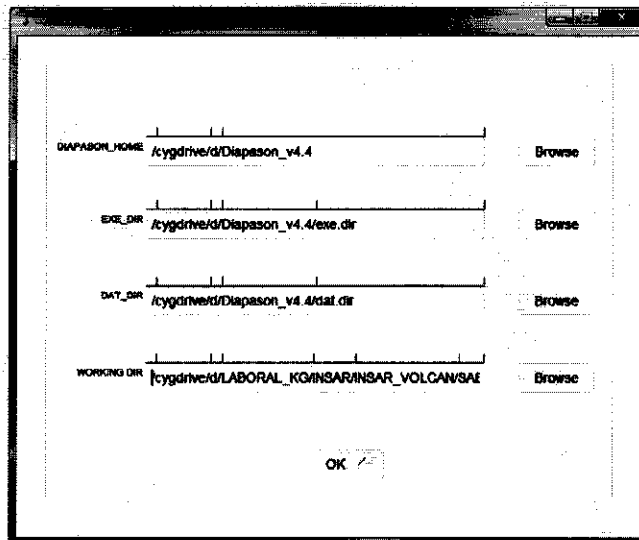
PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)

DIAPASON_HOME → /cygdrive/d/Diapason_v4.4

EXE_DIR → /cygdrive/d/Diapason_v4.4/exe.dir

DAT_DIR → /cygdrive/d/Diapason_v4.4/dat.dir

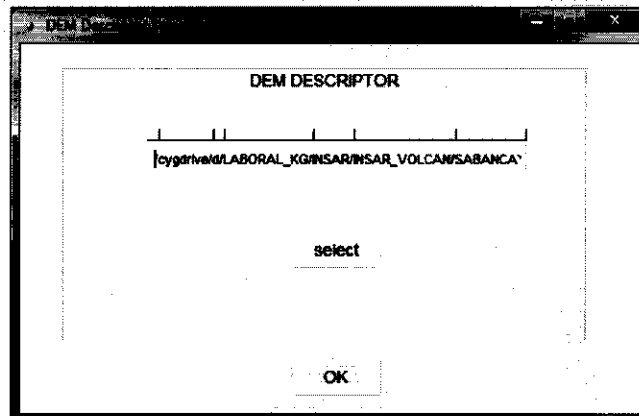
WORKING DIR →
/cygdrive//INSAR/INSAR_VOLCAN/SABANCAYA_TSX_Diap/8697_21389_30



b) Definición del descriptor de DEM:

En el menú principal del software File → Define DEM descriptor

/cygdrive//INSAR/INSAR_VOLCAN/SABANCAYA_TSX_Diap/DEM/DEM_SRTM1_30_utm18S.dat
(ver Anexo 1).



6.3.4. Estimación de la Baseline

La generación de un interferograma es posible solo cuando la reflectividad del suelo adquirida con al menos dos antenas se superpone. Cuando la componente perpendicular de la baseline

(B_p) se incrementa más allá de un límite conocido como baseline crítica, no se preserva la información de la fase, se pierde la coherencia y la interferometría no es posible.

La baseline normal (o perpendicular) crítica (figura N° 3) se puede calcular mediante:

$$B_{p, cr} = \frac{\lambda R \tan(\theta_i)}{2Rr}$$

Donde λ es la longitud de onda, R es la distancia en rango, Rr es el espaciado de pixel en rango, y θ_i el ángulo de incidencia. Note que la baseline crítica puede ser reducida significativamente por la topografía.

La sensibilidad para detectar las variaciones de altura es inversamente proporcional a la "Altitud de Ambigüedad 2π (AA)": mientras más grande la AA peor es la capacidad de detectar cambios de elevación pequeños. La AA se puede calcular por:

$$AA = \frac{\lambda R \sin(\theta_i)}{4\pi B_p}$$

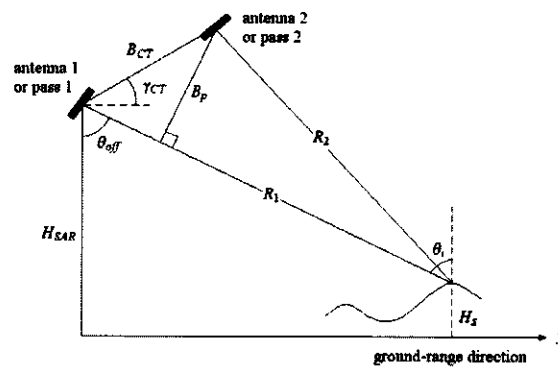


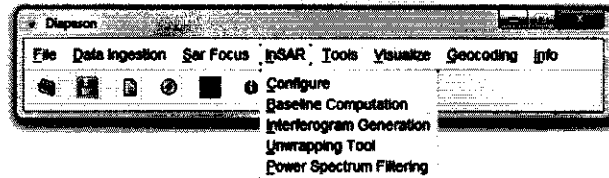
Figura N° 3. Geometría de adquisición de las imágenes radar y la baseline.

La sensibilidad para detectar los desplazamientos depende de la longitud de onda de observación, según: $AD = \lambda/2$, (por ejemplo el sensor SAR de los satélites Terrasar-X/TANDEM-X trabajan con una longitud de onda $\lambda = 3.1$ cm). Se necesita conocer la baseline para poder elegir los mejores pares interferométricos.



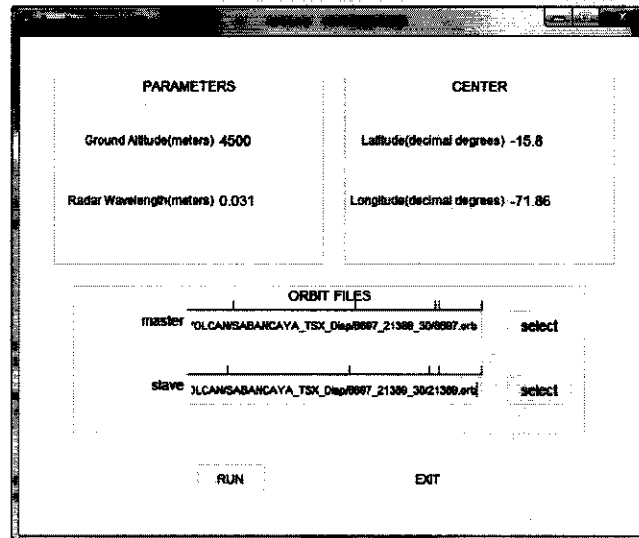
1 Procedimiento Diapason para cálculo de Baseline

INSAR → Baseline Computation

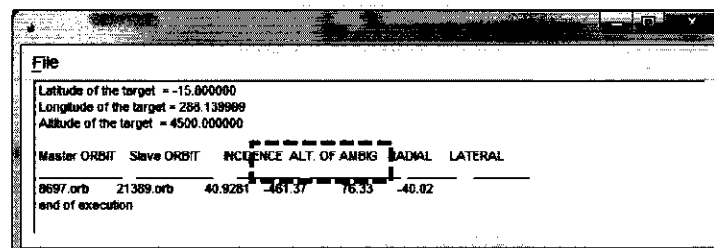



En el caso del volcán Sabancaya los parámetros son los que se muestran a continuación.

Se ingresan las órbitas en el directorio .../SABANCAYA_TSX_Diap/8697_21389_30



• Resultado:



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-047 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016 Página : 13 de 24
	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	

El resultado se ingresa a la una tabla de la siguiente manera para efectos del reporte de resultados en la Ficha de procesamiento y/o impresión DL-F-047:

Órbitas			8697	21389
		Fecha	14/01/12	29/04/14
			Altitud de Ambigüedad / Baseline perpendicular (m)	
8697	14/01/12	Separación en días		-461 / 76
21389	29/04/14		836	

Tabla N° 2. Resumen Altitud de Ambigüedad/Separación en días.

En el caso de más de dos imágenes, el cuadro será de la siguiente forma:

Órbitas			Órbita1	Órbita2	Órbita3	...	Órbita4
		Fecha	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	...	Fecha 4
			Altitud de Ambigüedad / Baseline perpendicular (m)				
Órbita1	Fecha 1	Separación en días		AA12 / Bp12	AA13 / Bp13	...	AA14 / Bp14
Órbita2	Fecha 2		Fecha 2–Fecha 1		AA21 / Bp23	...	AA24 / Bp24
Órbita3	Fecha 3		Fecha 3–Fecha 1	Fecha 3–Fecha 2		...	AA34 / Bp34
...
ÓrbitaN	Fecha N		Fecha N–Fecha 1	Fecha N–Fecha 2	Fecha N–Fecha 1	...	

En la ruta I:\INSAR se encuentra el archivo AA_Baseline_pares_TSX.xls donde se guarda dicha información sobre las imágenes procesadas en caso se requiera usar imágenes de archivo.

6.3.5. Selección de la baseline perpendicular óptima

Para calcular los interferogramas, se analiza los datos de la baseline (tabla N° 2, del acápite 6.3.4 del presente instructivo) para elegir la baseline perpendicular óptima de acuerdo a los siguientes criterios:



N°	Aplicación	Baseline Perpendicular	Observación
1	Obtención de DEM	<30 m	Aunque fácil de desarrollar, generalmente los interferogramas no son útiles debido a la gran sensibilidad al ruido y efectos atmosféricos.
		150 - 300	Óptima
		> ~450 m	Difícil de desarrollar si no hay un DEM disponible y si la topografía del área no es muy suave. La coherencia generalmente es baja debido a la decorrelación de retrodispersión volumétrica.
2	Deformación	Cerca de 0	Óptima. No es necesaria una buena calidad del DEM. La coherencia es buena.
		30-200	Regular. Hay contribución de la topografía. Se necesita un DEM de mejor calidad.
		> 200	La coherencia es baja.

6.3.6. Generación de interferograma

La diferencia de distancia entre un punto de la Tierra y la posición del sensor en dos adquisiciones puede ser medida por la diferencia de fase (ϕ) entre dos imágenes complejas SAR corregistradas. Esto se realiza multiplicando una imagen por (compleja conjugada de) la otra, donde se forma un interferograma.

$$Fase = ATAN \left[\frac{Imag(I)}{Real(I)} \right]$$

Donde: $Imag(I)$ y $Real(I)$ son las partes real e imaginarias del interferograma.

Cualquier cambio en la posición del suelo ocurrido entre las dos tomas del satélite, se verá reflejado en el interferograma a manera de franjas donde los valores de fase varían de 0 a 2π (ambigüedad de fase debida a la naturaleza de las ondas). Para estimar de manera rápida el desplazamiento total del suelo o superficie, se multiplicará el número de franjas por la mitad de la longitud de onda del sensor que adquirió las imágenes. Es decir para el caso de TERRASAR-X se multiplicará por 1.55 cm.



1 Procedimiento DIAPASON, para generación de interferograma:

En la ventana principal: InSAR → Configure → activar la opción launch interferogram

→ activar los pasos simu_sar, correl_simu, correl_ima, grid, change_geo, interf_sar, interf_dem, como se muestra a continuación.

MLazi y MLran = 12 (factor con el que se calculó la multilook, ver acápite 6.3.2).

Coregistration: correl; Gain: 0.1;

Descriptor del DEM: DEM File:

↳ I:\INSAR\INSAR_VOLCAN\UBINAS_TSX_Diap\DEM\DEM_ubinas_SRTM1_18sutm.dat

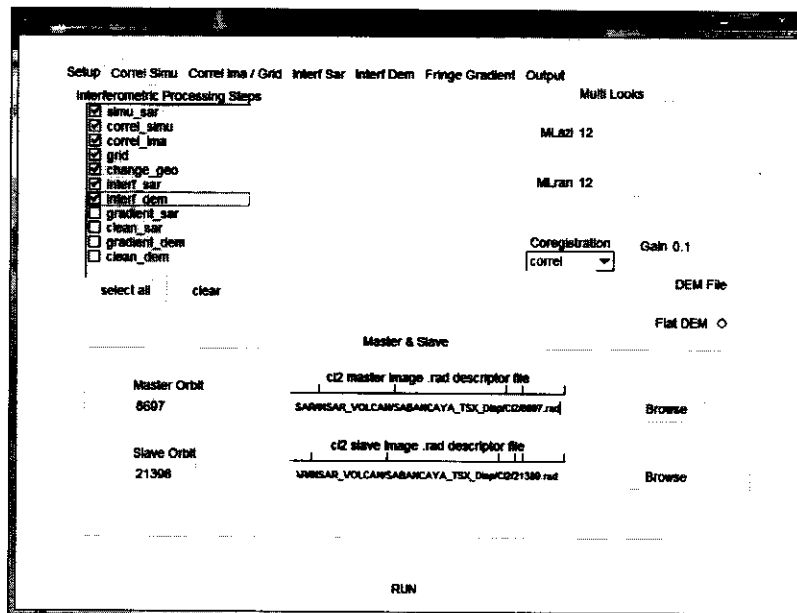
En la pestaña Output, elegir la ruta de salida para los archivos temporales y resultados:

Grid Output Directory → .../ SABANCAYA_TSX_Diap /8697_21389_30

Results Directory → .../ SABANCAYA_TSX_Diap /8697_21389_30

Temporary Files Directory → .../ SABANCAYA_TSX_Diap /8697_21389_30

Correr los procesos.



En el caso de presentarse franjas orbitales en el interferograma correr los pasos adicionales:

- ✓ gradient_sar
- ✓ clean_sar
- ✓ gradiente_dem
- ✓ clean_dem



Archivos de salida:

Ingresar ruta de salida I:\INSAR\INSAR_VOLCAN\SABANCAYA_TSX_Diap\CI2
 Ingresar como archivo de salida el nombre de la órbita de la imagen que se está extrayendo y correr el proceso.

Resultados en geometría radar

1. pha_8697_21389_ml1212.pha → Interferograma en geometría radar
2. pha_8697_21389_ml1212.rad → Parámetros para apertura del archivo pha
3. amp_8697_21389_ml1212.oct → Imagen de amplitud en geometría radar
4. amp_8697_21389_ml1212.rad → Parámetros para apertura del archivo oct
5. coh_8697_21389_ml1212.oct → Coherencia del interferograma en geom. radar
6. coh_8697_21389_ml1212.rad → Parámetros para apertura del archivo oct

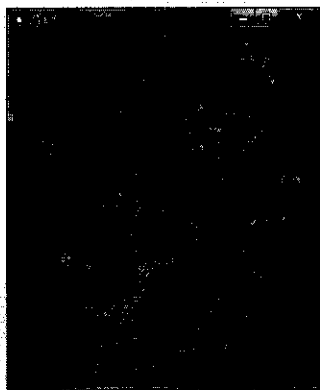
Resultados georreferenciados

1. pha_8697_21389_ort.pha → Interferograma final
2. pha_8697_21389_ort.rad → Parámetros para apertura del archivo pha
3. amp_8697_21389_ort.oct → Imagen radar de amplitud
4. amp_8697_21389_ort.rad → Parámetros para apertura del archivo oct
5. coh_8697_21389_ort.oct → Coherencia
6. coh_8697_21389_ort.rad → Parámetros para apertura del archivo oct

Visualizar los archivos georreferenciados (*_ort.*). Los archivos pueden visualizarse en el software ENVI. En el caso del interferograma (imagen de fase), se le asigna una escala de color.

En el software ENVI, una vez visualizada la imagen de fase en la ventana Image, Tools → Color Mapping → Envi Color Tables → seleccionar la paleta Rainbow:

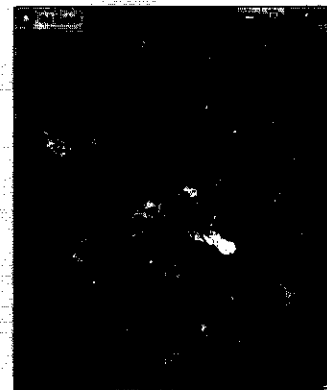
En el cual el tono más azul corresponde a valores bajos y los rojos a valores altos.



Interferograma (fase)




Amplitud



Coherencia

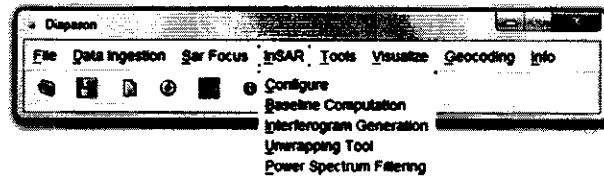


6.3.7. Filtrado

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-047 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	Página : 17 de 24

Para una mejor visualización de las franjas de deformación, se aplica un filtro al interferograma.

☐ Procedimiento DIAPASON, para filtrado de interferograma:



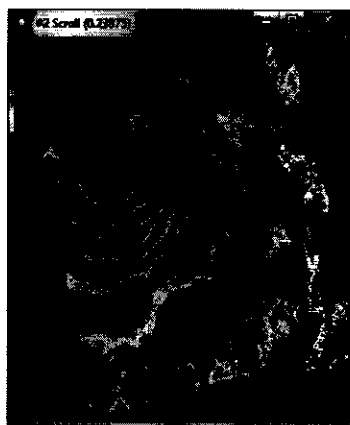
InSAR → PowerSpectrum Filtering → Ingresar los datos según:

- ✓ phase:
.../SABANCAYA_TSX_Diap/8697_21389_30/pha_8697_21389_ort.rad
- ✓ amplitud:
.../SABANCAYA_TSX_Diap/8697_21389_30/amp_8697_21389_ort.rad
- ✓ Power Factor: 0.5
- ✓ Correr el proceso

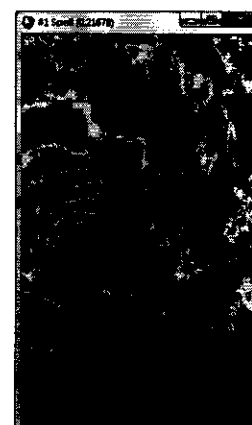
Para el próximo paso de desenrollado (unwrapping) de fase será necesario filtrar también el interferograma en geometría radar.

Resultados

- pha_8697_21389_ort_filt.pha → Interferograma filtrado
- pha_8697_21389_ort_filt.rad → Parámetros para apertura del archivo pha
- pha_8697_21389_ml1212_filt.pha → Interferograma en geometría radar filtrado
- pha_8697_21389_ml1212_filt.rad → Parámetros para apertura del archivo pha



pha_8697_21389_ort_filt.pha



pha_8697_21389_ml1212_filt.pha



6.4. Desenrollado de fase "phase unwrapping"

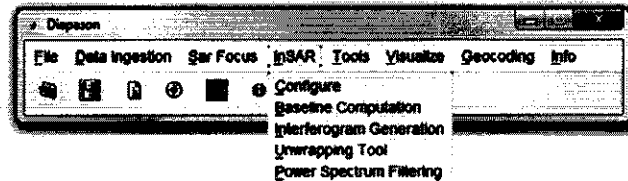
La fase de un interferograma sólo puede ser módulo de 2π ; por ende cuando el cambio de fase llega a ser mayor de 2π , la fase comienza de nuevo y el ciclo se repite. El proceso de desenrollado de fase resuelve la ambigüedad.

Para el caso de los productos crear un directorio dentro de: .../8697_21389_30

 unwrap

1) Procedimiento DIAPASON v4.4, para desenrollado de fase:

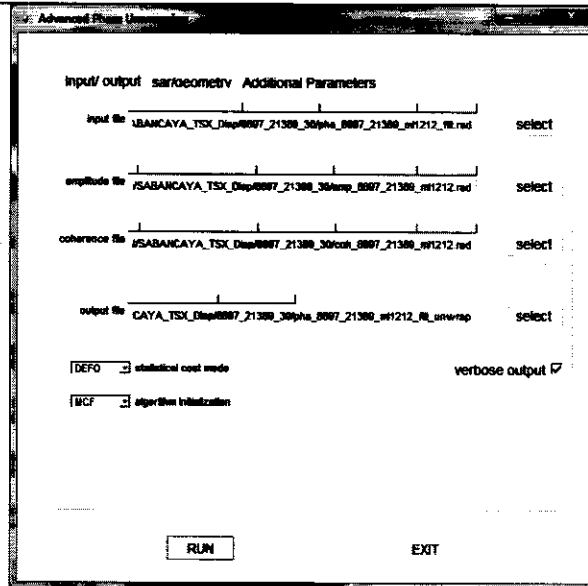
En la ventana principal: InSAR → Unwrapping Tool



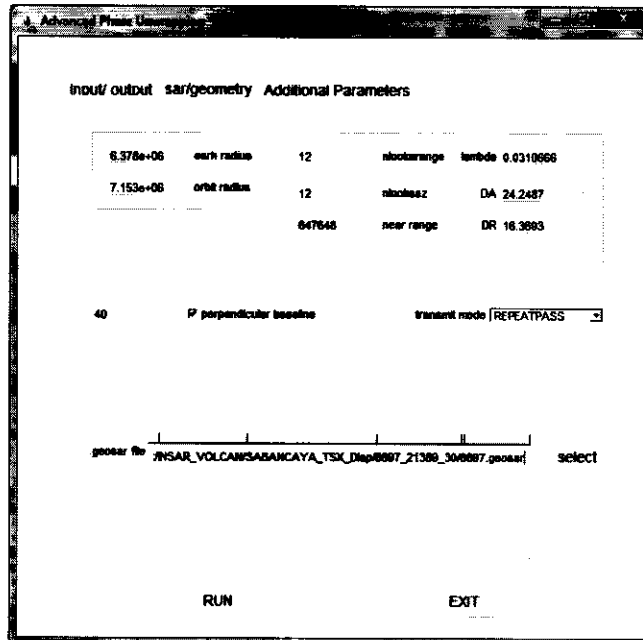
En la pestaña: Input/output → Ingresar los datos según:

input file → .../8697_21389_30/pha_8697_21389_ml1212_filt.rad
amplitud file → .../8697_21389_30/amp_8697_21389_ml1212.rad
coherence file → .../8697_21389_30/coh_8697_21389_ml1212.rad
output file → .../8697_21389_30/unwrap/pha_8697_21389_ml1212_filt_unwrap →
statistical cost mode → DEFO
algorithm initialization → MCF
marque verbose output



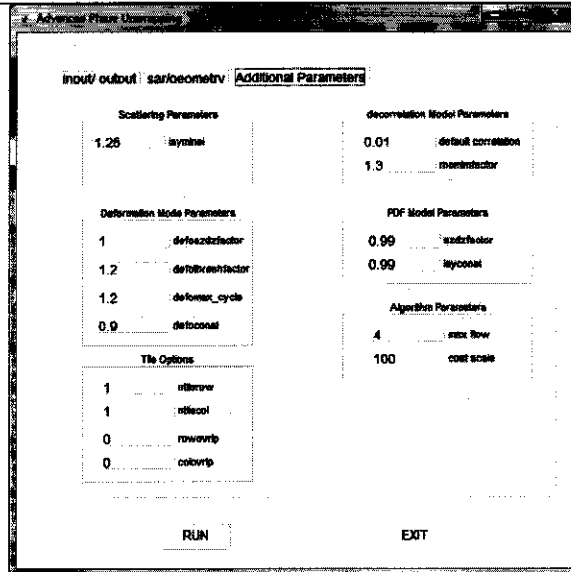


En la pestaña: sar/geometry → al seleccionar el archivo geosar de la imagen maestra, se cargarán los parámetros en esta pestaña.



En la pestaña: Additional Parameters → dejar los valores por defecto.

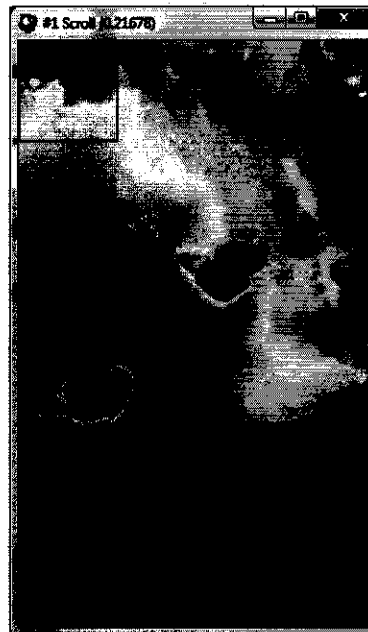




Correr el proceso


Resultados

pha_8697_21389_ort_filt_unwrap → Interferograma filtrado
 pha_8697_21389_ort_filt_unwrap.rad → Parámetros para apertura del archivo
 oct



pha_8697_21389_ort_filt_unwrap



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-047 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	Página : 21 de 24

6.5. Corrección atmosférica

El contenido de vapor de agua en la atmósfera puede influir en la velocidad en la que viajan las ondas radar, lo que inducirá un cambio en la distancia entre el sensor radar y la superficie del suelo, provocando que se generen franjas adicionales en el interferograma y por ello conducir a malas interpretaciones. Para eliminar este efecto, se modela la atmósfera (asumiendo una atmósfera estratificada regularmente repartida en el espacio y que tiene correlación con la topografía) la cual será luego restada del interferograma. El método no es válido para nubes aisladas y que no tienen relación con la topografía.

Para modelar dicha atmósfera, se hace uso del programa en Matlab (elaborado por Jean-Luc Froger, del Laboratorio Magmas y Volcanes de la Universidad Clermont Ferrand-II, de Francia). El Laboratorio de Teledetección cuenta con la versión R2013b (8.2.0.701) del software Matlab.

Para el caso de los productos crear un directorio dentro de: .../8697_21389_30/

 **atmo**

[i] Procedimiento MATLAB R2013b para corrección atmosférica de interferogramas

La corrección se realiza al interferograma georreferenciado sin desenrollar (generado en el punto 6.3.7 del presente instructivo).


pha_8697_21389_ort_filt.pha → Interferograma filtrado
 pha_8697_21389_ort_filt.rad → Parámetros para apertura del archivo pha

Este paso se realiza con el software Matlab R2013b, para lo cual se cuenta con un programa escrito en Matlab: **remove_atmo_03_v2_sabancaya.m**.

En la pantalla principal del software Matlab: Home → Open → El programa se encuentra en el directorio I:\INSAR\ATMO_prog\.

Una vez abierto el programa, en la pantalla de edición (Editor), los parámetros a llenar y/o actualizar son:

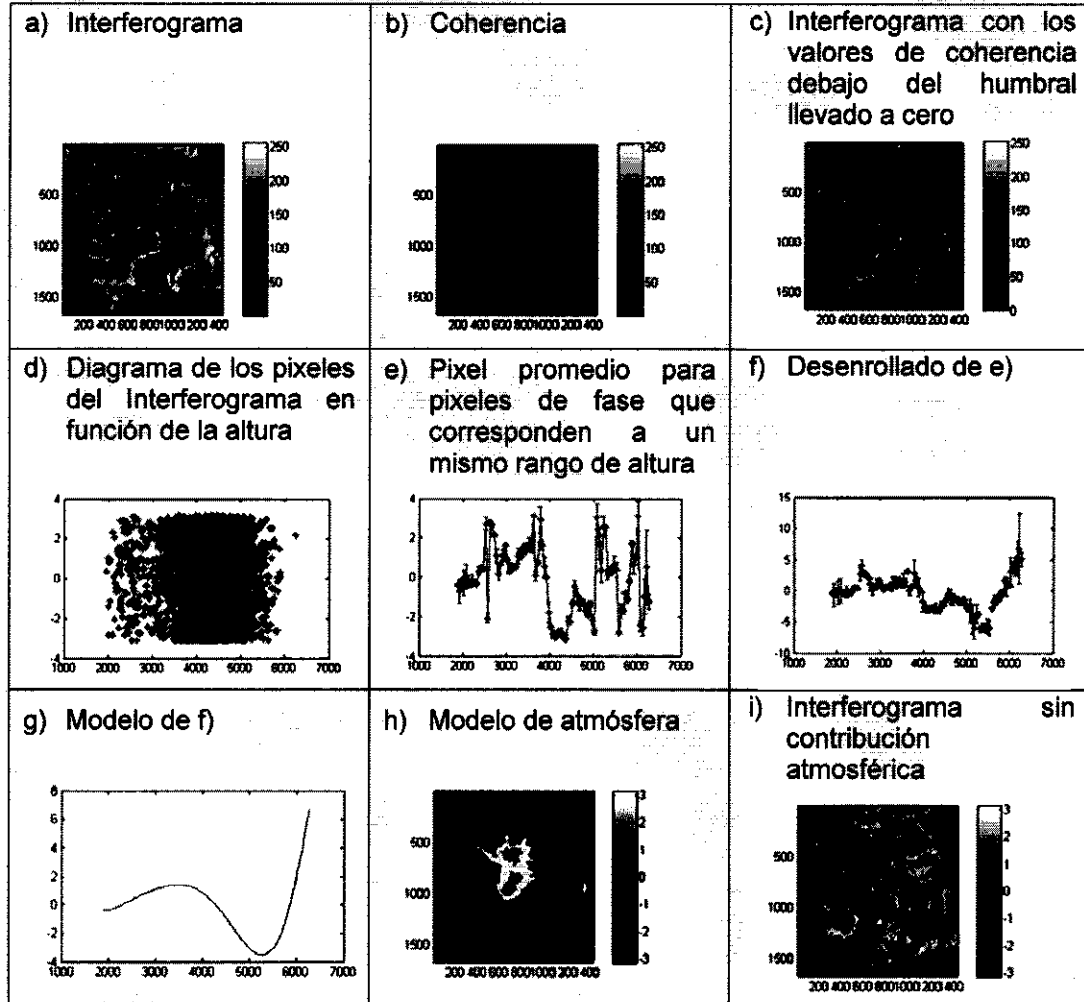
nbrcol,nbrlig, xminex, xmaxex, yminex, ymaxex (tamaño del archivo de fase y/o extracción);
 chemin_interf (carpeta de trabajo);
 step, seuil_coh, seuil_cov: podrán ser modificados para obtener mejores resultados;

En la pantalla del Editor, correr el programa con el ícono: , ingresar los archivos según lo solicitado por el programa:

DEM: → I:\INSAR\INSAR_VOLCANISABANCAYA_TSX_Diap\DEM\DEM_SRTM1_30_utm18S.2
Interferograma:

→ I:\INSAR\INSAR_VOLCANSABANCAYA_TSX_Diap\8697_21389_30\pha_8697_21389_ort_filt.pha
 Coherencia:

→ I:\INSAR\INSAR_VOLCANSABANCAYA_TSX_Diap\8697_21389_30\coh_8697_21389_ort.oct
 Aparecerán los siguientes 6 gráficos. Se debe analizar primero visualmente el interferograma para ver si hay franjas atmosféricas que se relacionen con la topografía y realizar la corrección. Los gráficos e) y f) deben ser indicadores de tal relación.




Si desea grabar el resultado, en el programa activar las líneas para el grabado del interferograma corregido.

Producto

.../8697_21389_30/unwrap/pha_8697_21389_ort_filt_atmo.oct

Para visualizar el producto se podrá hacer uso del software ENVI.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-047 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)	Página : 23 de 24

6.6. Impresión

De requerirlo la solicitud, referirse al instructivo DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y productos derivados.

7. INSTRUCCIONES

7.1. DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y/o productos derivados.

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica

10. REGISTROS

10.1. DL-F-047 Ficha de procesamiento y/o impresión.

10.2. Los archivos digitales se almacenarán en la carpeta: W:\LTD\SOLICITUDES-PRODUCTOS SATELITALES por un período de 02 años.

11. GLOSARIO DE TÉRMINO

No aplica

12. ANEXOS

Anexo 1. Archivo Descriptor del DEM

1 Configuración de archivo descriptor del DEM:

- Para el caso del ejemplo, el archivo DEM se encuentra en: I\INSAR\INSAR_VOLCAN\SABANCAYA_TSX_Diap\DEM\DEM_SRTM1_30_utm18S.dat
- Editar el archivo (con WordPad o NotePad++) y llenar los campos con información correspondiente.

Descriptor file of the DEM

LNG	ENGLISH	
BINARY FILE		I\KGONZALES_WS_1\INSAR\TERRASAR- XRADAR_SABANCAYA\DEM\DEM_SRTM1_30_utm18S.2
(Complete file name or NONE)		
NUMBER OF LINES	1667	
NUMBER OF COLUMNS	1457	
- if binary file:		
CODING	i2	
(I2, I4 ou R4)		
ALTITUDE OFFSET	0.0	
ALTITUDE SCALE FACTOR	1.0	
- if any binary file:		




PROCESAMIENTO DINSAR (SOFTWARE DIAPASON)

CONSTANT ALTITUDE	100
<hr/>	
EXTRACTION	NO
(YES ou NO)	
- if extraction:	
FIRST EXTRACTED ROW	---
FIRST EXTRACTED COLUMN	---
EXTRACTED ROWS	---
EXTRACTED COLUMNS	---
STEP OF ROW FOR EXTRACTION	---
STEP OF COLUMN FOR EXTRACTION	---
<hr/>	
REFERENCE OF ALTITUDES	GEOID
(GEOID ou ELLIPSOID)	
ASSOCIATED ELLIPSOID	WGS84
(BESSEL, NAD27, NTF, GRS80, ED50, WGS72, WGS84, NWZ297 ou EUROPE50)	
TYPE OF COORDINATES	CARTOGRAPHIC
(CARTOGRAPHIC ou GEOGRAPHIC)	
<hr/>	
- in case of CARTOGRAPHIC coordinates :	
X COORDINATE OF POINT 0	814079.374
X STEP	30
Y COORDINATE OF POINT 0	8277545.346
Y STEP	-30
REPRESENTATION	UTM
(UTM ou LAMBERT)	
- in case of UTM representation :	
NUMBER OF ZONE	18
HEMISPHERE	SOUTH
(NORTH ou SOUTH)	
- in case of LAMBERT representation :	
ORIGIN LATITUDE IN DEGREES	---
ORIGIN LONGITUDE IN DEGREES	---
X COORDINATES OF THE ORIGIN	---
Y COORDINATES OF THE ORIGIN	---
LAMBERT SCALE FACTOR	---
<hr/>	
- in case of GEOGRAPHIC coordinates :	
LONGITUDE OF POINT 1	-72.07340176
STEP IN LONGITUDE	0.00027778
LATITUDE OF POINT 1	-15.43978596
STEP IN LATITUDE	-0.0002778



Aprobado por : Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-048 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	USO DE ESPECTROMETRO FT-IR 102	Página : 1 de 5

1. FINALIDAD

El presente manual tiene como objetivo estandarizar el procedimiento de la toma de datos con el espectrómetro FT-IR 102.

2. ALCANCE

Se aplica al proceso de recolección de datos de emisividad en el rango térmico, tanto en gabinete como en campo utilizando el Espectrómetro FT-IR modelo 102.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET
- 3.2. Model 102 Portable FT-IR INSTRUCTION MANUAL, Ver 1.4 July 2009. DPI Instruments.

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El Director de Laboratorios es responsable de la aprobación del presente instructivo.
- 5.2. El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.3. El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

6.1 EQUIPO

El equipo utilizado es el Espectrómetro FT-IR modelo 102 de marca D&P Instruments.

6.2 RECOLECCION DE ESPECTROS

6.2.1 Configuración del Instrumento

- Conecte el cable de alimentación al equipo.
- Conecte el cable de alimentación para el cuerpo negro.
- Suministrar el nitrógeno líquido al equipo.
- Encienda el equipo y luego inicie el computador. (Es recomendable que el valor de voltaje sea mayor a 12.5 voltios)
- Verter el nitrógeno líquido.
- Espere que la temperatura del sensor se estabilice en 25 °C

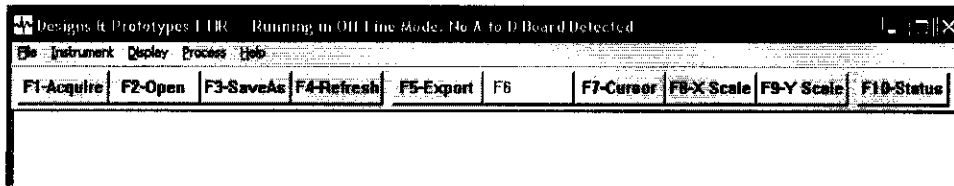
6.2.2 Configuración del software y almacenamiento de espectro

Después de iniciar el software WinFT, debe indicar el tipo de medida que realizará y calibrar el instrumento a una temperatura de cuerpo negro frío (cbb), temperatura de cuerpo negro caliente (wbb). A continuación, puede y guardar los espectros.

Para configurar el software y guardar espectros:

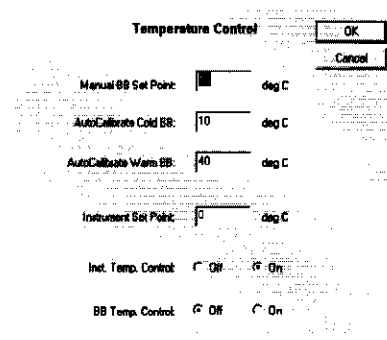
- Inicie el software WinFT:





Seleccione Process > Math > **Radiance f[Sam, WBB, CBB] ó Emissivity f[Sam, WBB, CBB, DWR]**.

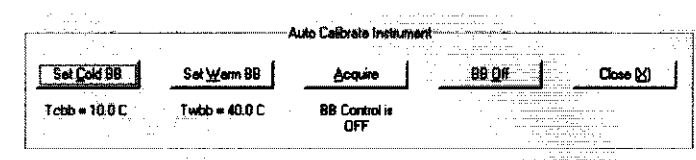
- Configure las temperaturas para cada sesión de recolección de medias con el equipo. Para establecer las temperaturas: **Instrument > Temperatures**



- Establezca *Cold BB* y *Warm BB* en 10 grados menos y 10 grados mas a la temperatura que tomará las muestras.
- Cree una carpeta de trabajo nueva (debido a que cada ronda de medidas posee condiciones diferentes, donde el parámetro más sensible es la temperatura ambiental y la temperatura del sensor interno). Al nombrar la carpeta se recomienda agregar un sufijo indicando la fecha ("_DD-MM-YY").

6.2.3 Calibración del equipo con el cuerpo negro

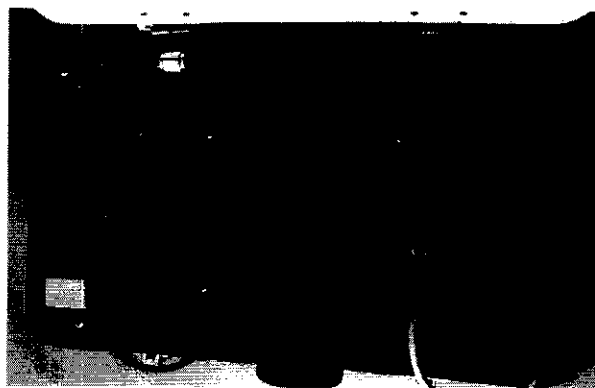
- Encaje el accesorio de cuerpo negro al FT-IR.
- Haga click en **Process > Calibrate Instrument > Use Internal BB** para calibrar el instrumento.



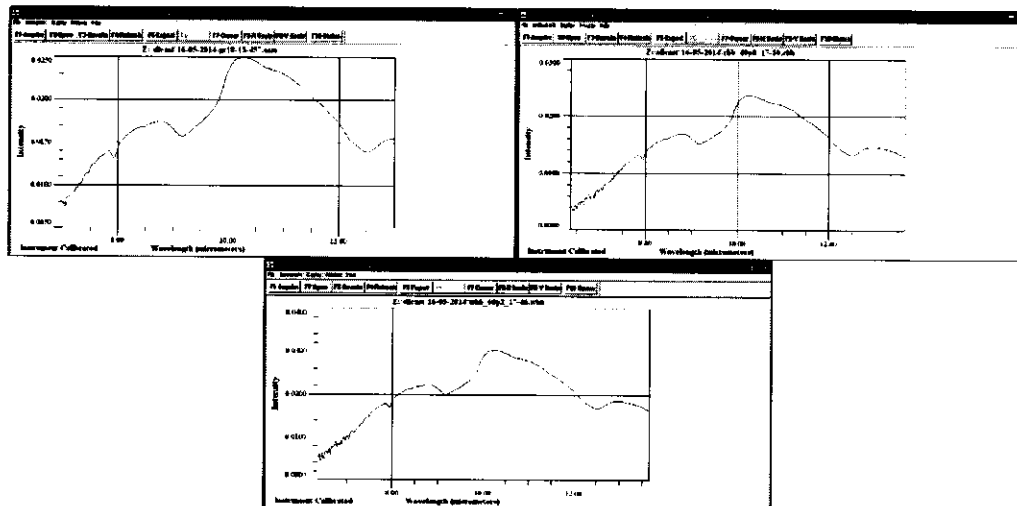
- Ubique el lugar donde se guardará el espectro e introducir un nombre de archivo. Se asignara un sufijo por cada tipo de archivo:
Dato del cuerpo caliente: **wbb_temperaturapdecimales**
Dato del cuerpo frío: **cbb_temperaturapdecimales**
Dato del cuerpo de oro/plata: **oro/plata_temperaturapdecimales**



- Haga click en **Set Cold BB** para tomar la medida de cbb. Espere a que la temperatura llegue al valor pre-establecido y que se estabilice en la barra principal. Haga click en **Acquire** para recolectar y guardar la medida según el tipo de dato.
- Haga click en **Set Warm BB** para tomar la medida de wbb. Espere a que la temperatura llegue al valor preestablecido y que se estabilice en la barra principal. Haga click en **Acquire** para recolectar y guardar la medida según el tipo de dato.
- Haga click en **BB Off** para apagar el cuerpo negro y click en **Close(X)** para cerrar la ventana.
- Poner al cuerpo negro en el apoyo de descanso.




- Los espectros medidos que se está analizando se mostrara en la ventana del WinFT.



- Pongan la muestra a una distancia promedio de un metro de, y verifique que el área visible de la muestra este dentro del campo de visión del instrumento. Ésta operación la realiza mirando por la lupa levantando la palanca para abrir y cerrar el objetivo, también use el periscopio móvil para buscar y enfocar la muestra.
IMPORTANTE: Si la temperatura del sensor varió en más de 0.1°C durante las medidas debe volver a calibrar el equipo.

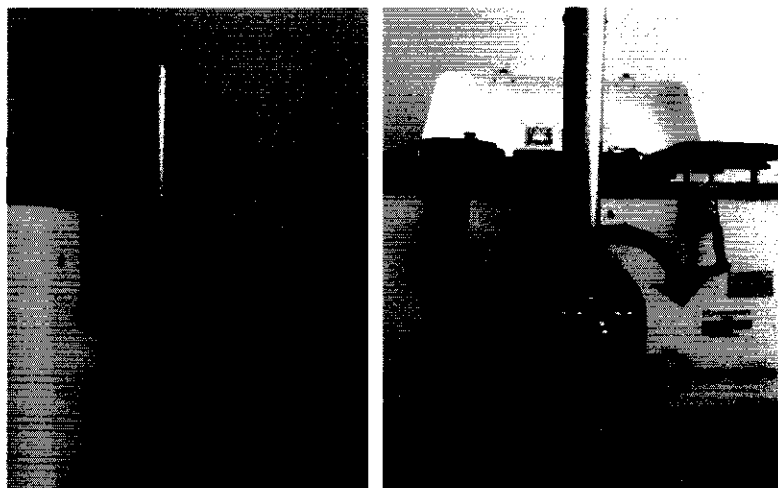


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-048 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	USO DE ESPECTROMETRO FT-IR 102	Página : 4 de 5

6.2.4 Recolección de medidas de emisividad

Se puede recolectar espectros de la siguiente manera:

- Pongan la muestra a una distancia menor a 01 metro (para reducir los efectos atmosféricos).
- Verifique que campo de visión del instrumento este dentro de la superficie visible de la muestra, esta operación la realiza mirando por el visor levantando la palanca para abrir y cerrar el objetivo, también use el accesorio giratorio para buscar y enfocar la muestra.



- Puede acercar la muestra con un soporte o trípode (recubrir la base donde se pondrá la muestra con papel platino para evitar filtración de otros cuerpos).
- Ubique el lugar donde se guardara el espectro e introducir un nombre de archivo.
Se asignara un sufijo por cada tipo de archivo:
Dato de la muestra: **código de la muestra_temperaturapdecimales**
Ejemplo: **LTD-001_37p5**.
Repita estos pasos con la placa de oro.
Dato de la placa de oro: **oro_temperaturapdecimales**
- No encienda equipos o haga cambios de los elementos del ambiente durante cualquier medida ya que pueden generar ruido por su emisividad.

6.3 LLEVAR EL INSTRUMENTO A CAMPO

El instrumento se suministra con una la maleta que permiten llevar todo el equipo que se necesita para recolectar espectros en el campo, incluyendo 2 baterías.


Para utilizar el instrumento en campo, debe completar las siguientes tareas:

1. Montar el equipo.
 2. Repita los pasos de configuración y recolección como en gabinete.
- Evitar la presencia de nubes o cambios de temperatura bruscos si se planea una recolección prolongada de medidas.

6.4 CREACIÓN DE LIBRERIAS ESPECTRALES DE EMISIVIDAD EN ENVI 5.2

Los archivos de emisividad generados por el equipo están en formato .emx, es esta etapa se describe el procedimiento para elaborar una librería espectral con datos de emisividad del Espectrómetro FT-IR 102.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-048 Versión : 00 Fecha aprob.: 05/12/2016
	USO DE ESPECTROMETRO FT-IR 102	Página : 5 de 5

Para crear la librería de espectros:

1. Crear una copia de respaldo de la carpeta que contiene los datos medidos.
2. Editar los archivos .emx y borrar las 53 primeras línea (esto permite al software ENVI reconocer los valores del registro de emisividad).
3. Abrir el software **ENVI 5.2 > Spectral Library Builder** (Toolbox).
4. La primera ventana requerirá un archivo para importar las longitudes de onda para la nueva librería, seleccionar **ASCII File y seleccionar una archivo de emisividad**, verificar las casillas: Wavelength Column = 1 y Wavelength Units = Micrometers > **Aceptar**.
5. Para empezar a crear la librería deberá ingresar cada firma de emisividad como prosigue:
6. Seleccione **Importa > ASCII y seleccione una medida de emisividad**
7. En Input ASCII File, verifique las casillas X Axis Column = 1, Y Axis Column = 2, Wavelength = Micrometers,
8. Repita 5 y 6 para todas las firmas que empleará para la creación de la librería de emisividad.
9. Luego **File > Save spectra as > Spectral Library file...** para guarda la librería espectral en disco.

7. **INSTRUCCIONES**

No aplica

8. **DURACIÓN**

No aplica

9. **DIAGRAMACIÓN**

No aplica

10. **REGISTROS**

- 10.1. Archivos digitales de las firmas espectrales obtenidas, son almacenadas en la carpeta W:\LTD\DATA INSTRUMENTOS DE MEDIDA.

11. **GLOSARIO DE TÉRMINO**


No aplica

12. **ANEXOS**

No aplica.



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-049
	COMPOSICIONES RGB E ÍNDICES	Versión : 01 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 1 de 8

1. FINALIDAD

Mostrar los procedimientos para la discriminación visual de las diferentes coberturas: como alteración, vegetación, nubes, cuerpos de agua, etc. usando las composiciones e índices generados con los datos de las diferentes imágenes satelitales.

2. ALCANCE

Desde la recepción de los requerimientos de clientes internos y externos con su respectiva documentación hasta la entrega de las imágenes satelitales procesadas a la Dirección de Laboratorios.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Remote Sensing Geology. Ravi P. Gupta. Second Edition. Edit. Springer. 2002.
- 3.2. Compendio de artículos científicos relacionados al trabajo del Laboratorio de Teledetección.
- 3.3. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET

4. REQUISITOS

No aplica

5. RESPONSABILIDADES

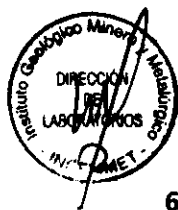
- 5.1. El Director de Laboratorios es responsable de la aprobación del presente instructivo.
- 5.1 El Responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.2 El Responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.


6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del procesamiento digital de las imágenes ópticas multiespectrales, haciendo uso del software ENVI Classic, **mediante las** diferentes composiciones de bandas, cocientes e índices. Útiles **para el** estado de la vegetación, **aguas** y en etapas exploratorias para la determinación de zonas guías de la presencia alteraciones relacionadas a un depósito de interés económico.

6.1 Datos de entrada

- 6.1.1 Imagen multiespectral puede estar calibrada geométrica y radiométricamente o solamente en niveles digitales.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-049
	COMPOSICIONES RGB E ÍNDICES	Versión : 01 Fecha aprob: 30/10/2017
		Página : 2 de 8

6.1.2 Niveles aceptados:

- *****_ND.* Imagen ASTER, LANDSAT o **SENTINEL-2** en ND.
- *****_reflectancia.* Imagen ASTER, LANDSAT o **SENTINEL-2** en reflectancia.

6.2 Composiciones RGB

Las imágenes con distintas bandas se pueden combinar entre ellas para resaltar una zona en color real o en falso color en función de las bandas escogidas. Esto se hace asignando a cada uno de los canales (RGB), que nos permitirá la identificación visual de diferentes coberturas como: zonas de alteración, vegetación, nubes, cuerpos de agua, etc.

1 Procedimiento ENVI Classic

Abrir la imagen corregida y seleccionar las 9 bandas en formato TIFF → Layer Stacking → seleccionar todas las bandas → darle un nombre de salida.

En Available Band List seleccionar RGB Color → seleccionar cada banda para cada canal → Load RGB (Figura 1).

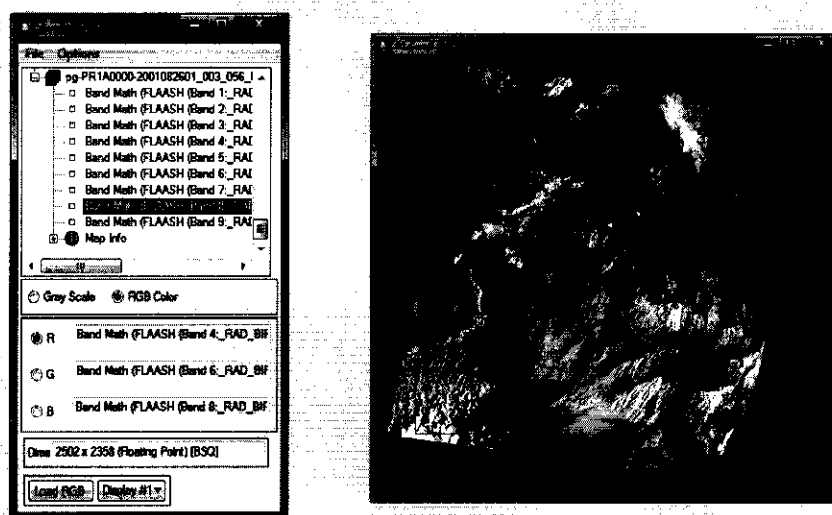
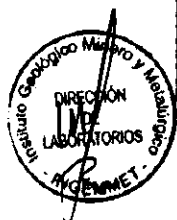



Figura 1: Composición RGB 468



Las composiciones RGB útiles para visualizar características de la superficie del terreno, se pueden realizar con todos utilizando las bandas espectrales de todas las longitudes de onda disponibles, algunos ejemplos se muestra en la Tabla 1:

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-049
	COMPOSICIONES RGB E ÍNDICES	Versión : 01 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 3 de 8

Descripción	ASTER	LANDSAT-5	LANDSAT-8	SENTINEL-2
Identificación de óxidos con tonos amarillentos claros a blancos, vegetación se muestra en color rojo, agua de color azul oscuro a negro.	3-2-1	4-3-2	5-3-2	8-4-3
Vegetación se observa de color verde, cuerpos de agua color negro	9-3-1	7-4-2	7-5-3	4-3-2
Color rosado presencia de alteración Argilica y Filica y color verde presencia de alteración propilitica.	4-6-8	-	-	
Los diferentes colores resaltan diferentes litologías.	11-6-2	-	10-6-4	

Tabla 1. Composición RGB de imágenes ópticas multiespectrales

6.3 Índices

Son divisiones entre bandas utilizadas para la discriminación de cubiertas del suelo, en virtud de los distintos comportamientos espectrales de aquéllas. La división se realiza entre los píxeles de una banda y los correspondientes de otra. La imagen resultante permite discriminar con mayor facilidad superficies cuyos valores de reflectividad de las bandas implicadas son desiguales, elimina demás la diferencia de iluminación que existe entre bandas relacionadas por lo que suprime el efecto topográfico. Este proceso puede incluir relaciones de adición, sustracción y multiplicación, algunos ejemplos:

Descripción	ASTER	LANDSAT-5	LANDSAT-8	SENTINEL-2
Óxido férrico, Fe ³⁺	2/1	3/1	4/2	3/2
Óxido ferroso, Fe ²⁺	5/3+1/2	-	-	12/8 +3/4
Arcillas	4/6	5/7	6/7	11/12
NDVI	(3-2)/(3+2)	(4-3)/(4+3)	(5-4)/(5+4)	(8-4)/(8+4)

Tabla 2. Índices de bandas de imágenes ópticas multiespectrales

1 Procedimiento ENVI Classic

- Abrir la imagen → File → Open Imagen File → Buscar el directorio → seleccionar la imagen y abrirla
- En el menú principal ir a Transform → Band Ratios → Aparece una ventana indicando las bandas que se colocará en el numerador y denominador, puede escoger cualquier banda según su preferencia.
- Seleccionar la opción Enter Pair → Ok (Figura 2).

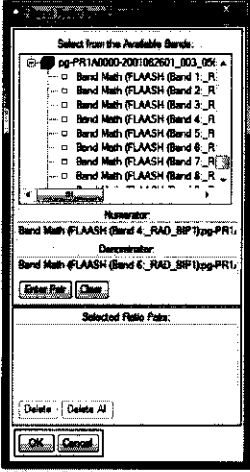


Figura 2. Cuadro de dialogo

En la ventana emergente → Choose → buscar el directorio donde guardar y colocar el nombre de archivo de salida.

Con los cocientes generados podemos realizar una composición RGB siguiendo el punto ***En el caso de las imágenes Sentinel-2, tienen la ventaja de la resolución espacial de 10m y debido a su resolución espectral, podemos mejorar la clasificación de arcillas y óxidos. Aplicamos los índices y ratios detallados en la tabla N°2 y con estos generamos composiciones RGB, obteniendo como resultado en colores rojos los óxidos férricos, en naranja a amarillo las arcillas y en colores verdes los óxidos ferrosos (Figura 3)***

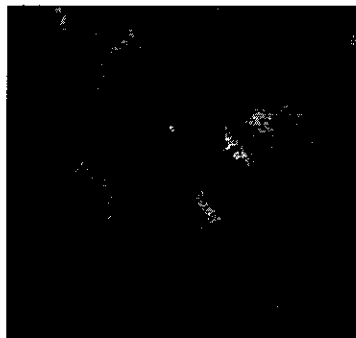


Figura 3. Composición RGB de una imagen Sentinel-2




6.3.1 Subnivel VNIR-SWIR

Los cocientes recomendados para discriminar alteraciones utilizando imágenes ASTER son:

Canal:	Tipo de alteración	Cociente
Rojo	Argílica avanzada	4/6
Verde	Fílica	5/6
Azul	Propilítica	5/8

Tabla 3. Ratio de bandas utilizando imágenes ASTER

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-049 Versión : 01 Fecha aprob: 30/10/2017
	COMPOSICIONES RGB E ÍNDICES	Página : 5 de 8

La alteración ácida realza los tonos rojos (debido al 4/6 alto), la alteración intermedia se muestra en tonos naranja a amarillo por la mezcla de verde (5/6 alto) y rojo (4/6), y la alteración propilítica realza el color azul (debido al 5/8 alto).

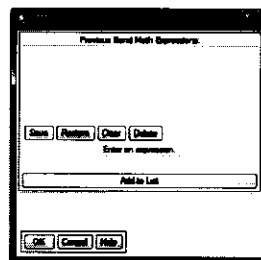


Figura 4. Composición RGB de los cocientes de bandas.

Puede realizarse cualquier división de bandas que considere necesario. Este proceso puede incluir relaciones de adición, sustracción y multiplicación para subniveles como el VNIR, SWIR y TIR de acuerdo a su necesidad.

1 Procedimiento ENVI Classic

- Seleccionar Basic

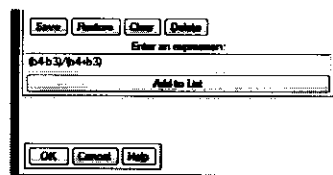


Tools → Band Math

- Indicar la operación de las bandas que va a realizar, por ejemplo para una imagen ASTER:

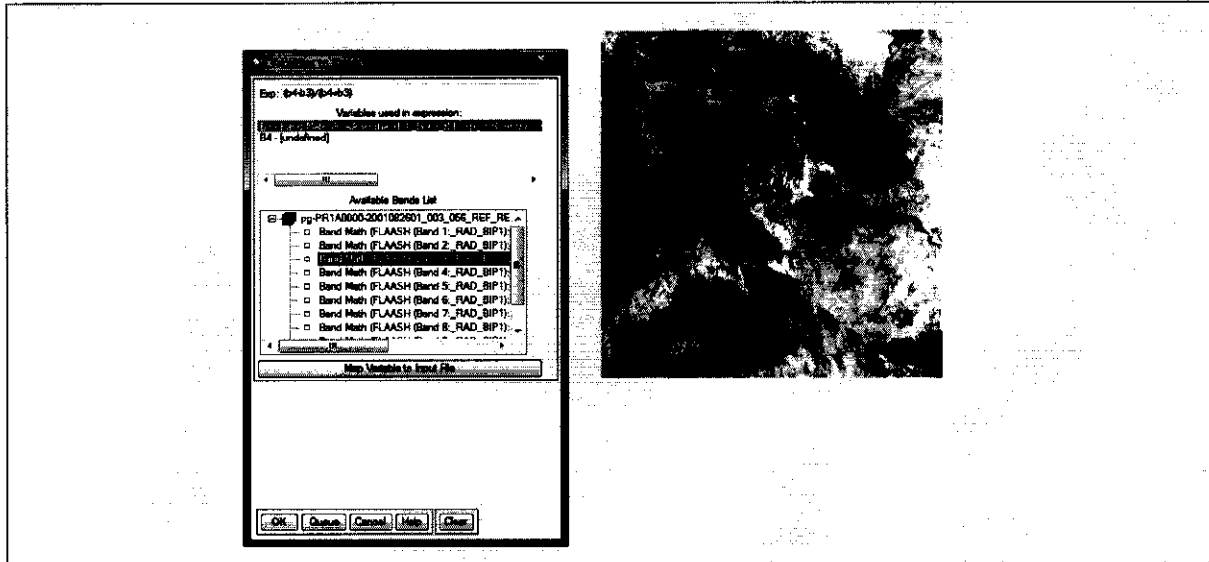
$$NDVI = (B3 - B2) / (B3 + B2)$$

- Digitar esta operación en Band Math → OK



- Asignar a cada código la banda correspondiente, es decir si es B3 corresponderá a la banda 3 → colocar un nombre de salida → OK





6.3.2 Subnivel TIR

La determinación en superficie con índices de contenido de cuarzo-sílice, carbonato y minerales máficos aplicable a estudios edafológicos, litológicos y depósitos no-metálicos. Los mapas obtenidos son útiles en etapas exploratorias y en la determinación de zonas guías de la presencia de estos minerales.

INDICES	MINERALES
QI (Cuarzo-Sílice)	Grupo de la Sílice
CI (Carbonatos)	Grupo de los Carbonatos
MI (Minerales Máficos)	Grupo de los ferro magnesianos

Tabla 4. Índices y presencia de minerales (Ninomiya et al., 2005).


1 Procedimiento ENVI Classic

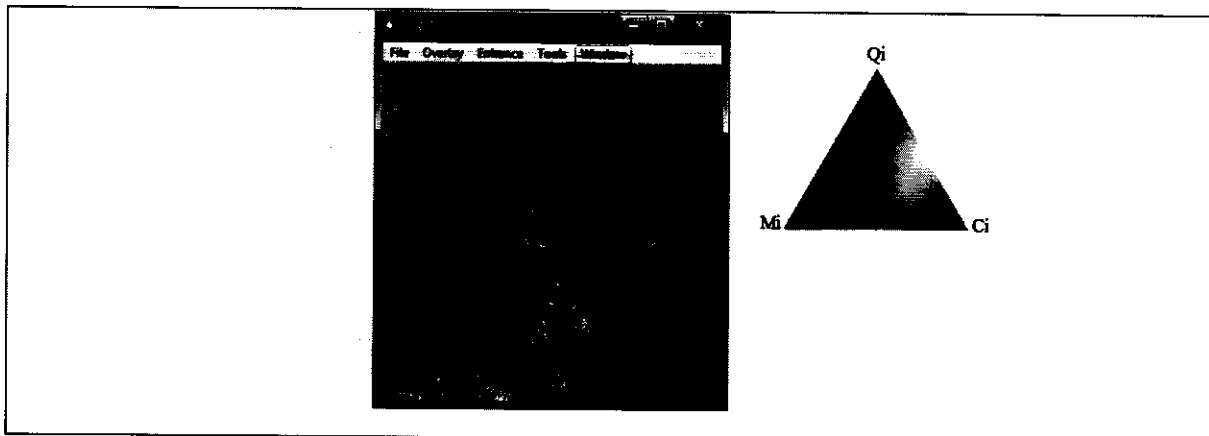
- File→Open Imagen File →Buscar el directorio→Seleccionar la imagen con las 5 bandas ya corregidas.
- Realizar las siguientes operaciones→Basic Tools→Band Math

Índice de Cuarzo QI=D11XD11/D10XD12
Índice de Carbonatos CI= D13/D14
Índice de Máficos MI=D12/D13

- Seleccionar cada las bandas indicas en el subíndice.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-049
	COMPOSICIONES RGB E ÍNDICES	Versión : 01 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 7 de 8



6.4 IMPRESIÓN

Referirse al instructivo de impresión de imágenes satelitales y productos derivados.

7. INSTRUCCIONES

7.1. DL-I-035 Pre-procesamiento de imágenes ASTER.

8. DURACIÓN

No aplica.

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica.

10. REGISTRO

10.1. Los archivos digitales se almacenarán en la carpeta: W:\LTD\SOLICITUDES-PRODUCTOS SATELITALES por un período de 02 años.


11. GLOSARIO DE TÉRMINO

No aplica.

12. ANEXOS


No aplica.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-049 Versión : 01
	COMPOSICIONES RGB E ÍNDICES	Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 8 de 8

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-050 Versión : 00 Fecha aprob: 05/12/2016
	MODELAMIENTO TOPOGRÁFICO	Página : 1 de 7

1. FINALIDAD

El presente instructivo tiene como finalidad estandarizar el procedimiento seguido para la realización de la elaboración de mapas a partir de DEM.

2. ALCANCES

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos y externos, en la generación de productos con modelos de elevación digital y anaglifos de imágenes ópticas estéreo.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

- 3.1. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET
- 3.2. SILC Sensor Information Laboratory Corp – SILCAST Operation Manual for non-commercial use, 2006, 11p.
- 3.3. Abrams, M., et al. (2001) - *ASTER Users Handbook*, Jet Propulsion Laboratory, Version 2, p 10, 20, 22, 25-28
- 3.4. Matthew, M. et al. – Atmospheric Correction of Spectral Imagery: Evaluation of the FLAASH Algorithm with AVIRIS Data, *Spectral Sciences, Inc.*

4. REQUISITOS

No aplica.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. El Director de laboratorios es responsable de la aprobación del presente instructivo.
- 5.2. El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 5.3. El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DE INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del pre procesamiento digital de las imágenes, haciendo uso del software ENVI v5.2, en la obtención de filtros direccionales, modelo de sombras, extracción de anaglifos, etc.

6.1 Datos de entrada

6.1.1 Archivo con datos de elevación.

 Imagen usada para el presente instructivo:

ASTL1A_0404091458590404220637

6.2. Modelamiento Topográfico


6.2.1 Convolución y Morfología



Los filtros de convolución producen imágenes de salida en la que el valor de brillo en un píxel dado por una función de algún promedio ponderado de la luminosidad de los píxeles circundantes. La convolución de un kernel seleccionado por el usuario con la matriz de imagen devuelve una nueva imagen filtrada espacialmente. Usted puede seleccionar el tamaño y los valores del kernel, produciendo diferentes tipos de filtros. Los filtros de convolución estándar incluidos:

- a) **Paso Alto:** Elimina los componentes de baja frecuencia de una imagen, manteniendo la alta frecuencia (variaciones locales). Se puede mejorar bordes entre las diferentes regiones, así como para acentuar una imagen. Utiliza un kernel con un alto valor central, generalmente rodeado de pesos negativos. El filtro de paso alto predeterminado de ENVI utiliza un kernel de 3x3 con un valor de 8 para el píxel central y los valores de -1 para los píxeles exteriores. Filtros de paso alto sólo pueden tener dimensiones impares del kernel.
- b) **Paso bajo:** Conserva los componentes de baja frecuencia de una imagen, suavizando la misma. Filtro de paso bajo de ENVI contiene los mismos pesos de cada elemento del kernel, reemplaza el valor de píxel central con un promedio de los valores de los alrededores. El tamaño del kernel predeterminado es 3x3.
- c) **Laplaciano:** Un segundo filtro derivado de realce de bordes que funciona sin tener en cuenta la dirección del borde. Filtrado Laplaciano enfatiza valores máximos dentro de la imagen mediante el uso de un kernel con un alto valor central típicamente rodeado de pesos negativos en las direcciones norte-sur y este-oeste y valores cero en las esquinas del kernel. El filtro Laplaciano predeterminado de ENVI utiliza un kernel de 3x3 con un valor de 4 para el píxel central y los valores de -1 para los norte-sur y este-oeste píxeles. Todos los filtros laplacianos deben tener tamaños de kernel impares.
- d) **Direccional:** Un primer filtro de realce de bordes derivado que realiza selectivamente la imagen con componentes específicos de dirección (gradientes). La suma de los elementos del kernel de filtro de dirección es cero. El resultado es que las zonas con valores de píxeles uniformes se ponen a cero en la imagen de salida, mientras que los que son variables se presentan como bordes brillantes.
- e) **Gauss paso bajo:** Utilizado para el suavizado de imagen. Se utiliza un núcleo definido por una función gaussiana 2D con una desviación estándar $N/8$.
- f) **Gauss Paso Alto:** Usa máscara de enfoque para mejorar las variaciones locales de la imagen. Opera restando una versión de paso bajo (Gauss paso bajo) de la imagen para mejorar los componentes de alta frecuencia.
- g) **Mediana:** Suaviza una imagen, preservando al mismo tiempo los bordes más grandes que las dimensiones del núcleo (bueno para remover el ruido de moteado). Filtro Mediana de ENVI reemplaza cada píxel central con el valor de la mediana (que no debe confundirse con el promedio) dentro de la vecindad especificada por el tamaño del filtro. El valor predeterminado es un kernel de 3x3.
- h) **Sobel:** Un realce no lineal de bordes, filtro de caso especial que utiliza una aproximación de la verdadera función Sobel, y preestablecido en 3x3, un operador de mejora de contorno no lineal. El tamaño del filtro no se puede cambiar y no es posible editar el kernel.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-050 Versión : 00 Fecha aprob: 05/12/2016
	MODELAMIENTO TOPOGRÁFICO	Página : 3 de 7

- i) **Roberts:** Un filtro detector de borde no lineal similar a la Sobel. Es un filtro caso especial que utiliza una aproximación 2x2 preestablecido de la función verdadera Roberts, un método de diferenciación simple, 2D para el borde afilado y el aislamiento. El tamaño del filtro no se puede cambiar y sin edición kernel es posible.
- j) **Convolución** definidas por el usuario: Puede definir los núcleos de convolución encargo (incluyendo rectangular en lugar de filtros cuadrados) mediante la selección y edición de un kernel usuario. (*Exelis Visual Information Solutions, <http://www.exelisvis.com/docs/convolutionmorphol-ogyfilters.html>*).

1 Procedimiento ENVI Classic

- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Filter → Convolutions and Morphology.

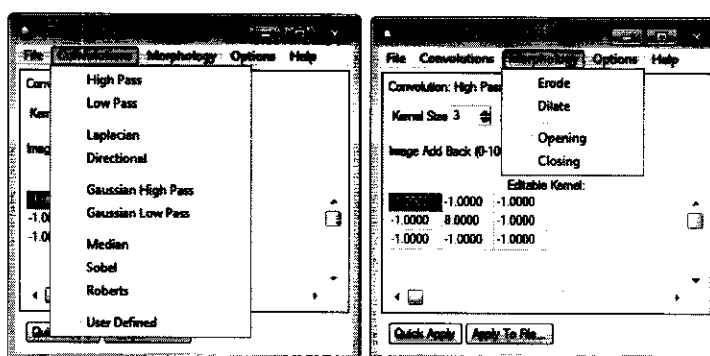


Figura 2. Entorno y opciones de convolución y morfología.

- Elegir el tipo de kernel: Pestaña de "Convolutions" ó "Morphology". Si elige "Directional" ingresar el ángulo (sentido horario) del filtro.
- (Opcional: Kernel Size, 3x3 por defecto).
- Apply To File... → Seleccionar el archivo que aplicará el filtro.
- Ingresar nombre del archivo de salida → click "OK".
- También es posible definir manualmente un kernel y aplicarlo a una imagen, mediante: En Convolutions and Morphology Tool → Convolutions → User Defined.

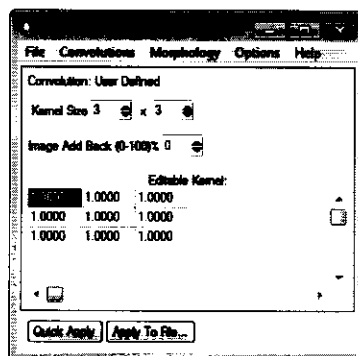



Figura 3. Entorno y definición de matriz kernel manualmente.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-050 Versión : 00 Fecha aprob: 05/12/2016
	MODELAMIENTO TOPOGRÁFICO	Página : 4 de 7

6.2.2 Modelamiento Topográfico

Se aplica para datos de elevación y extracción de características del terreno como pendientes, modelo de sombras, etc.

1 Procedimiento ENVI Classic

- En el menú principal de ENVI: Basic Tools → Topographic → Topographic Modeling.
- En la ventana emergente: Topo Model Input DEM → *Seleccionar el archivo DEM.*
- En la ventana emergente: Topo Model Parameters → Seleccionar los productos (solo en el caso de shaded relief ingresar los valores de los ángulos: Elevation y Azimut).

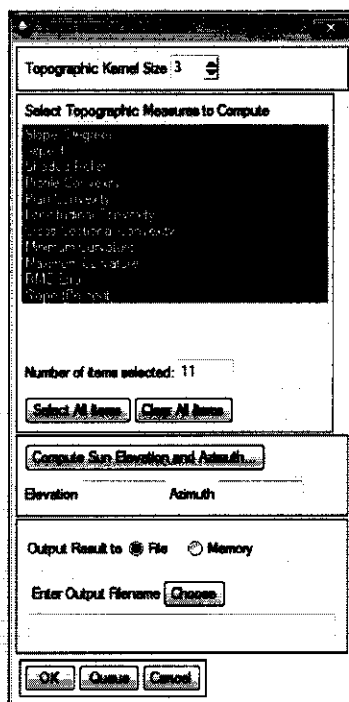


Figura 4. Entorno de Topo Model Parameters.

- Ingresar nombre del archivo de salida → click "OK".

6.2.3. Generación de anaglifos y extracción de DEM con imágenes ASTER



Las imágenes ASTER poseen una capacidad estereoscópica, es decir captura para una misma escena dos imágenes en diferentes ángulos de visión, esta información se emplea para la generación de anaglifos y modelos de elevación digital, obtenidos mediante la triangulación de las 2 vistas y los parámetros orbitales del satélite.

El software ENVI provee una herramienta especializada para los formatos de distribución de imágenes ASTER como el formato *.hdf, y un flujo de trabajo de procesamiento y obtención de anaglifos y en modelo de elevación digital de la escena.

1 Procedimiento ENVI Classic

- En el menú principal de ENVI: DEM Extraction → DEM Extraction Wizard → New
- Click "Select Stereo Images": Elegir la banda 3N para "Left Image" y la banda 3B para "Right Image" → click "Next ->".

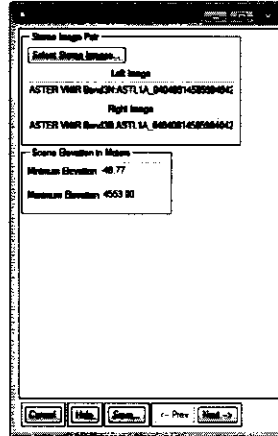


Figura 5. Entorno de DEM Extraction Wizard.

- Seleccionar "No GCPs (relative DEM values only)" → click "Next ->".
- Seleccionar "Generate Tie Points Automatically" → click "Next ->".
 (Se puede cambiar el número de tie point que generará en "Number Tie Point".)
- En View and Edit Tie Points revisar los puntos de enlace en las dos ventanas:
 - a) <- y -> para cambiar de punto.
 - b) "Go to" para mostrar el punto.
 - c) "Add" para adicionar un punto.
 - d) "Update" para Actualizar el punto si este se modificó de posición en las ventanas.
 - e) "Delete" para eliminar un punto.

Obs: Reducir "Maximun Y Parallax" a valores cercano a 1.
 Click "Next ->".

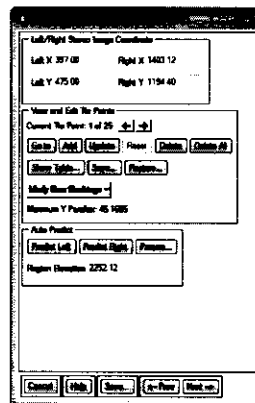


Figura 6. Entorno para la edición de tie points.

- Ingresar nombre de los archivos de salida para la imagen epipolar izquierda y epipolar derecha → click "Next ->".



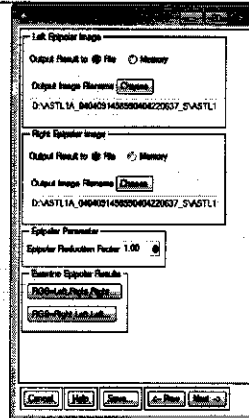


Figura 7. Entorno para la generación de bandas epipolares.

- Definir la proyección geográfica → click "Next ->".

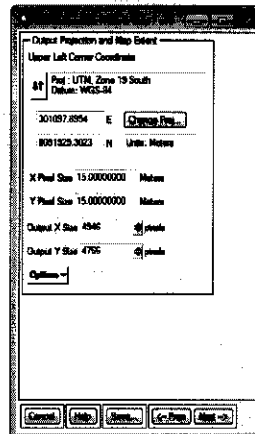


Figura 8. Entorno para definir proyección de la imagen resultante.

- Ingresar nombre del archivo de salida (DEM) → click "Next ->".

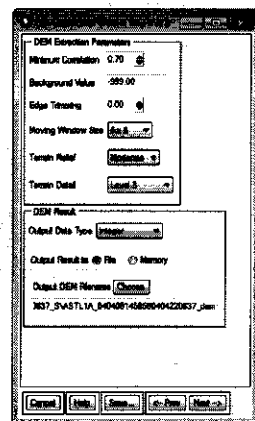



Figura 9. Entorno para la generación del DEM.



6.3 Impresión

Referirse al DL-I-031 impresión de imágenes satelitales y productos derivados.

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-050 Versión : 00 Fecha aprob: 05/12/2016
	MODELAMIENTO TOPOGRÁFICO	Página : 7 de 7

7. INSTRUCCIONES

7.1. DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y/o productos derivados.

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica

10. REGISTROS (FORMATOS)

10.1 Archivos digitales generados, serán almacenados en la carpeta: W:\LTD\SOLICITUDES-PRODUCTOS SATELITALES.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

No Aplica

12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	--



1. Finalidad

Establecer las instrucciones para operar el Separador Magnético Frantz modelo LB-1 para asegurar el funcionamiento de acuerdo a las especificaciones del manual del equipo y poder así concentrar minerales de las muestras.

2. Alcance

Aplica a la separación de las diferentes especies mineralógicas presentes en la muestras.

3. Documentos a consultar

3.1 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.

3.2 Frantz Magnetic Barrier Laboratory Separator (Assembly, Installation, Operation and Maintenance Instructions).

3.3 Magnetic Susceptibilities of Minerals, U.S. Geological Survey

4. Requisitos

4.1 Muestras a granulometría a malla >60 y malla <40 (tamaño de grano referencial). Si las muestras presentaran granulometrías inferiores a la requerida, el proceso de separación se efectuará en mayor tiempo y la pureza de los concentrados será menor.

4.2 Se requiere la solicitud del análisis de las muestras Formato DL-F-161.

5. Responsabilidades

5.1 El especialista encargado del proceso, es el responsable de recibir las muestras y ejecutar todo el proceso de concentración mineralógica por separación magnética hasta obtener los resultados finales, elaborar el reporte y presentarlo a la Dirección de Laboratorios.

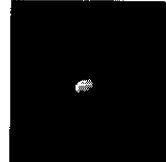
5.2 El responsable del Laboratorio de Rayos X da el visto bueno del reporte de resultados antes de su presentación ante la Dirección de Laboratorios.


5.3 El Director de Laboratorios da el visto bueno a los reportes para su posterior entrega al cliente.

6. Etapas del instructivo

6.1 Encendido del equipo

6.1.1 Encender la FUENTE DE PODER (Sorensen DLM 150-4), Presionar los botones POWER y OUT POUT.

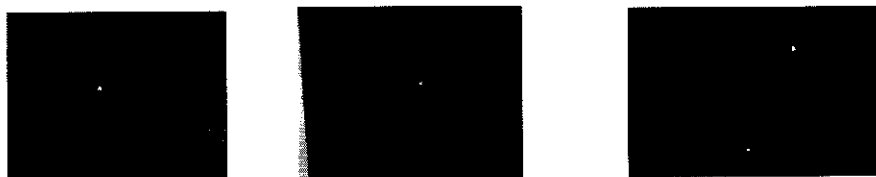


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-051 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL SEPARADOR MAGNÉTICO FRANTZ	Página : 2 de 9

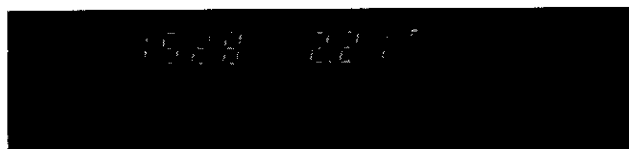
6.1.2 Encender el LOW FIELD CONTROL (LFC), subiendo el switch a ON.



6.1.3 En el LOW FIELD CONTROL (LFC) subir switch de RANGE a HIGH y el switch de REVERSING a (+), manteniendo el switch PULSER en OFF.



6.1.4 En la FUENTE DE PODER, girar la perilla de voltaje (aprox. 152.8 V) y corriente (aprox. 2.21 A) al máximo.




6.1.5 En la FUENTE DE PODER, llevar la corriente a 0 amp girando la perilla de voltaje (aprox. 1.3 V)



6.1.6 En el LFC mover el switch de RANGE a LOW y el switch de REVERSING a (-).

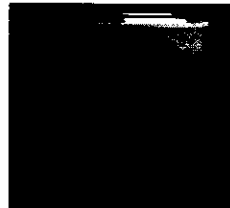


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-051 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL SEPARADOR MAGNÉTICO FRANTZ	Página : 3 de 9

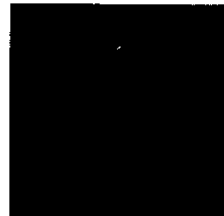
6.1.7 En la FUENTE DE PODER, aumentar el voltaje (aprox. 24.1 V) hasta que la luz del FIELD SENSOR del LFC se apague (aprox. En 15 mA).



6.1.8 En la FUENTE DE PODER, girar la perilla de voltaje (aprox. 103 V) hasta que la lectura en el LFC llegue a -70 mA.



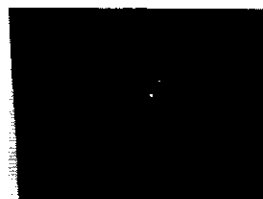
6.1.9 En la FUENTE DE PODER, girar la perilla de voltaje (aprox. 41.7 V) verificando en el LFC que la luz del FIELD SENSOR se apague.



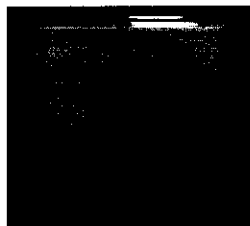
6.1.10 En la FUENTE DE PODER, girar la perilla de voltaje (aprox. 14.5 V) hasta que la corriente llegue a 0 amp.



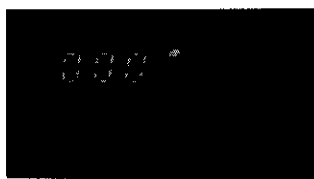
6.1.11 En el LFC mover el switch de REVERSING a (+).



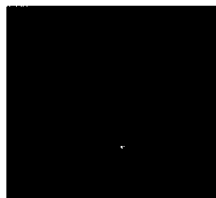
6.1.12 En la FUENTE DE PODER, girar la perilla de voltaje (aprox. 103.5 V) hasta que la lectura en el LFC llegue a 70 mA.



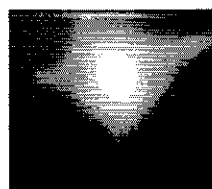
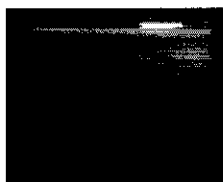
6.1.13 En la FUENTE DE PODER, girar la perilla de voltaje hasta el mínimo verificando la lectura en el LFC sea de 2 mA.



6.1.14 En el LFC mover el switch de REVERSING a (-).



6.1.15 En la FUENTE DE PODER, girar la perilla de control de voltaje (aprox. 60.1 V) hasta que la luz del FIELD SENSOR (LFC) se apague y vuelva a encender.




6.1.16 Repetir 4 veces este procedimiento desde el paso 6.1.3 hasta el paso 6.1.12.

6.2 Control del campo magnético

6.2.1 Para campos bajos (LOW FIELD), la intensidad de campo (mA) será controlada desde la FUENTE DE PODER con la perilla de voltaje.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-051 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL SEPARADOR MAGNÉTICO FRANTZ	Página : 5 de 9

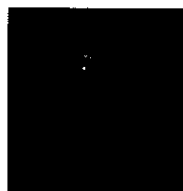
6.2.2 Para controlar campos con intensidades mayores a 0.1 A, llevar el campo magnético al máximo (100 mA), con la perilla de voltaje de la FUENTE DE PODER verificando dicha lectura en el LFC.



6.2.3 En la FUENTE DE PODER, girar la perilla de corriente hasta 0.1 A, verificando que se mantenga una lectura de 100 mA en el LFC.



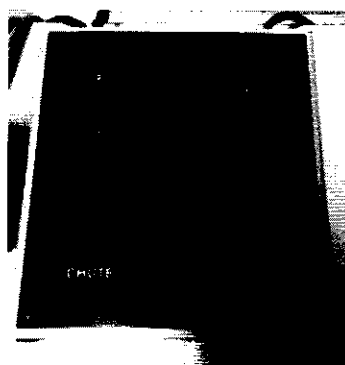
6.2.4 En el LFC, subir el switch de RANGE a HIGH.



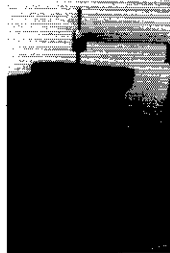
6.2.5 Los campo magnéticos mayores a 0.1 A, serán controlados desde la FUENTE DE PODER con la perilla de corriente.



6.3 Control vibracional de alimentación y canaleta



6.3.1 Para poner en funcionamiento la vibración en el ALIMENTADOR (tolva).



6.3.2 Subir el switcho a ON y automáticamente la luz amarilla se encenderá.



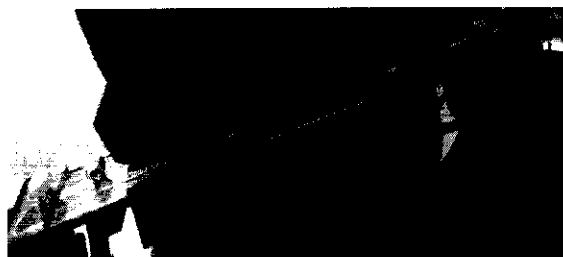
6.3.3 Girar la perilla FEED para ir graduando el nivel de vibración que se desea, para poder controlar la velocidad de caída de la muestra (preferencia entre 3 y 4).




6.3.4 Presionar el botón SURGE para llegar a la máxima vibración (recomendada para limpiar sobrantes de muestra en el ALIMENTADOR).

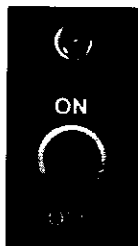


6.3.5 Para poner en funcionamiento la vibración en la CANALETA.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-051 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017 Página : 7 de 9
	OPERACIÓN DEL SEPARADOR MAGNÉTICO FRANTZ	

6.3.6 Subir el switch a ON y automáticamente la luz amarilla se encenderá.



6.3.7 Girar la perilla CHUTE ir graduando el nivel de vibración que se desea, para poder controlar la velocidad de caída de las muestra.



6.3.8 Presionar el botón SURGE para llegar a la máxima vibración (recomendada para limpiar sobranes de muestra en la CANALETA).



6.4 Los minerales concentrados serán colocados en sus respectivos sobres.

6.5 Cuantificación de las especies mineralógicas concentradas.

6.6 Proceder a elaborar el reporte de resultados de la concentración de minerales por Separación Magnética.

6.7 Este proceso finaliza con la entrega del reporte de resultados a la Dirección de Laboratorios.


7. Instrucciones

No aplica.

8. Duración

8.1 El tiempo total estimado para la duración del instructivo para una muestra es variable, dependiendo de su complejidad y cantidad de materiales, pueda variar desde 1 hora hasta 5 días.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-051 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL SEPARADOR MAGNÉTICO FRANTZ	Página : 8 de 9

9 Diagramación

No Aplica.

10 Registros

10.1 DL-F-034 Reporte de resultados de concentración de minerales por Separación Magnética.

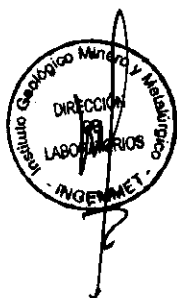
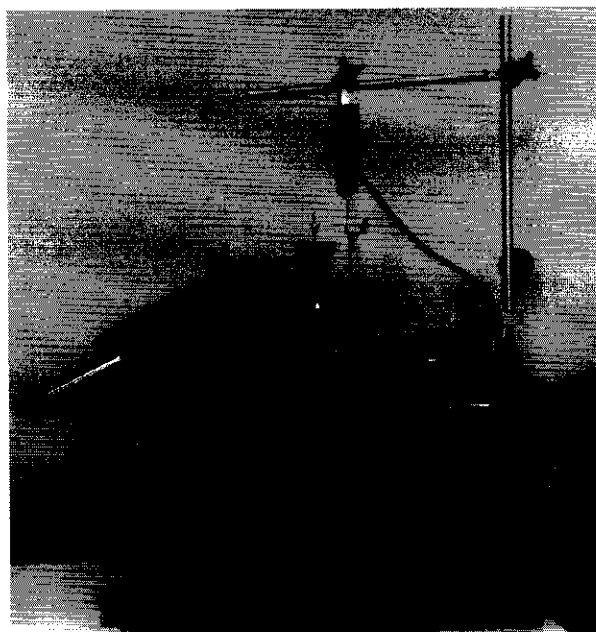
11 Glosario de Términos

No aplica.

12 Anexos

ANEXO 1

SEPARADOR MAGNÉTICO FRANTZ, VISTA FRONTAL




ANEXO 2
TABLA DE SUCEPTIBILIDADES MAGNÉTICAS

Mineral	Rango de Extracción (amps.)	Mejor Rango de Extracción (amps.)
Alanita	0.25 - 0.95	0.40 - 0.50
Apatito	1.4 - 1.7+	1.7+
Arsenopirita	1.35 - 1.7+	
Barita	1.7+	
Biotita	0.25 - 0.50	0.32 - 0.40
Bornita	0.60 - 0.75	
Casiterita	0.15 - 1.7+	1.7+
Calcocita	1.1 - 1.7+	
Calcopirita	0.90 - 1.7+	1.7+
Clorita	0.20 - 0.40	
Cromita	0.25 - 0.40	0.30 - 0.35
Columbita	0.20 - 0.55	0.30 - 0.40
Covelita	1.0 - 1.2	
Cuarzo	1.7+	
Enargita	1.3 - 1.7+	
Epidota	0.40 - 0.55	
Esfalerita	0.35 - 1.7+	
Estaurolita	1.0 - 1.7+	
Euxanita	0.24 - 0.50	0.40 - 0.45
Feldespato	1.0 - 1.7+	1.7+
Fluorita	1.7+	
Ganita	0.40 - 0.80	0.50 - 0.65
Galena	1.7+	
Granate	0.15 - 0.70	0.20 - 0.35
Hematita	0.60 - 0.70	
Hornblenda	0.30 - 0.50	
Ilmenita	0.10 - 0.40	0.18 - 0.21
Kianita	1.0 - 1.7+	
Magnetita	0 - 0.05	0.02(-)
Microlita	0.80 - 1.7+	1.7+
Molibdenita	1.7+	
Monazita	0.30 - 1.0	0.55 - 0.75
Muscovita	.040 - 1.5	
Perovskita	0.30 - 0.50	0.40 - 0.45
Pirita	1.4 - 1.7+	1.7+
Pirocloro	0.80 - 1.0	
Piroxeno	0.20 - 0.60	0.35 - 0.50
Pirrotita	0 - 0.25	0.02 - 0.04
Rutilo	0.25 - 1.7+	
Scheelita	1.4 - 1.7+	1.7+
Silimanita	1.0 - 1.7+	
Tetrahedrita	0.65 - 1.3	
Tennantita	0.65 - 1.3	
Torianita	0.20 - 1.7+	1.7+
Torita	0.30 - 1.7	0.75 - 0.90
Topacio	1.7+	
Turmalina	0.30 - 1.7	0.35 - 0.55
Uraninita	0.60 - 0.95	
Xenotima	0.30 - 0.90	0.45 - 0.50
Zircon	0.40 - 1.7+	1.7+



Aprobado por :

 Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-052 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000	Página : 1 de 8

1. FINALIDAD

Establecer las instrucciones para operar el Difractómetro de Rayos X modelo XRD-7000 para asegurar el funcionamiento de acuerdo a las especificaciones del manual del equipo y poder determinar así la composición mineralógica de las muestras a analizar.

2. ALCANCE

Aplica a la determinación de minerales en muestras elementos tales como: rocas, arcillas, arenas, minerales, sedimentos, aleaciones.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR

- 3.1 LEY 28028: Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante.
- 3.2 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.3 Instruction Manual Standar Software Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-7000
- 3.4 Instruction Manual X-Ray Tube Broad Focus Series
- 3.5 Instruction Manual Shimadzu X-Ray Diffractometer Automatic 5-Sample Change Stage
- 3.6 Instruction Manual Counter Monochromator Model: CM Type for Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-7000
- 3.7 Instruction Manual Option Software Precise Lattice Constans Determination Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-6100/7000
- 3.8 Instruction Manual Option Software Overlapping peak Separation Shimadzu X-Ray Diffractometer XRD-6100/7000


4. REQUISITOS

- 4.1 Solicitud de análisis, formato (DL-F-161).
- 4.2 Muestras pulverizadas (malla -400) o galletas con las medidas aproximadas de 5 cm de largo, 3 cm de ancho y 0.5 cm de espesor.

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1 El Especialista en análisis por Difracción de Rayos X, es responsable de la operación del Difractómetro, de su cuidado y de informar para su mantenimiento preventivo y/o correctivo.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-052 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000	Página : 2 de 8

- 5.2** El Responsable del Laboratorio revisa, firma y remite los Reportes de Resultados al Director de Laboratorios.
- 5.3** El Director del Laboratorios visa los Reportes de Resultados y los remite al cliente.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

6.1 ENCENDIDO DEL EQUIPO

- 6.1.1** Activar la llave general eléctrica.
- 6.1.2** Encender el Estabilizador, levantar la llave en la parte posterior.
- 6.1.3** Encender el Chiller, levantar la llave en la parte posterior y presionar el botón ON en la parte frontal.
- 6.1.4** Encender el Difractómetro, switch en modo ON, ubicado en el lado izquierdo inferior del equipo.
- 6.1.5** Encender la computadora
- 6.1.6** Realizar la interfase entre el Sistema y el Software, ubicar el icono del Software PCXRD que aparecerá en el Escritorio, y hacerle doble click.



PCXRD

- 6.1.7** Comunicarse con el equipo y calibrarlo, hacer click en Display & Setup.




6.2 IRRADIACIÓN

- 6.2.1** Colocar la muestra en el Auto Sampler Giratorio, en la posición deseada.
- 6.2.2** Abrir la ventana Right Gonio Service, haciendo click en el siguiente icono.



- 6.2.3** Abrir la ventana donde se irá registrando (Right Gonio Analysis), hacer click en el siguiente icono.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-052 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000	Página : 3 de 8

6.2.4 Abrir la ventana donde se definirán los parámetros de la irradiación (Right Gonio Condition), hacer click en el siguiente icono.



6.2.5 Hacer doble click en el recuadro azul, en Edit Analysis Condition.

6.2.6 Colocar el rango del ángulo en el cual se irradiará, en Scan Rang (deg), se trabaja de 3 a 70 grados de manera estándar

6.2.7 Color el voltaje y amperaje al que se someterá el tubo (se trabaja a 40 kV y 30 mA de manera estándar).

6.2.8 Colocar si la muestra estará fija o si girará (velocidad 60 rpm), activar en Option Enable.

6.2.9 Colocar el número de posición de la muestra, en Sample Number.

6.2.10 Hacer click en el botón Append.

6.2.11 Hacer click en el botón Star.

6.2.12 Terminada la irradiación guardar la data del difractograma, en la ventana Right Gonio System.

6.3 CORRECCIÓN DEL BACKGROUND

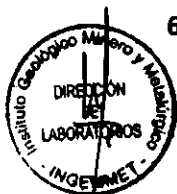
6.3.1 Abrir la ventana Basic Process donde se realiza la corrección del Background, hacer click en el siguiente icono.




6.3.2 Hacer la corrección del Background seleccionando "Calculate", situado en la barra de herramientas en la opción "Data".

6.3.3 De ser necesario marcar los picos manualmente en la ventana "Peak Add/del" que aparece en la barra de herramientas en la opción "Data". Hacer clic sobre el pico que se desea marcar previamente seleccionando la opción "e" de la barra de herramientas de la ventana "Peak Add/del".

6.3.4 Guardar el nuevo archivo generado después de la corrección.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-052 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000	Página : 4 de 8

6.4 IDENTIFICACIÓN DE MINERALES

6.4.1 Abrir la ventana Search Match haciendo click en el siguiente icono.



6.4.2 Abrir el archivo de la muestra que deseamos analizar, debe ser el archivo con extensión *.PSE.

6.4.3 Seleccionar "Pre-Search" en la opción "Search" ubicada en la barra de herramientas.

6.4.4 Seleccionar "Search" en la opción "Search" ubicada en la barra de herramientas.

6.4.5 Se abrirá la ventana "Condition", en el campo "Sub File", seleccionar "Common Fase" y "Mineral", en el campo "Match Condition", hacer una primera búsqueda en el modo "d-Match" y posteriormente si no se identifica en el modo "d-I Match".

6.4.6 Aparece una lista de máximo 60 minerales que podrían encontrarse presentes en la muestra, si se verifica por la ubicación de sus picos principales que esos minerales se encuentran, guardarlos.

6.4.7 Si se desea seleccionar un mineral como presente en la muestra, hacer click en "Entry" situado en la opción "Card" de la barra de herramientas.

6.4.8 Si los minerales no están presentes en la lista mostrada cambiar de "Match Condition".

6.4.9 Si los minerales aún no están presentes en la lista, ubicarlos según la ubicación del su pico principal pero ingresarlos manualmente desde la base de datos con su número de ficha, que podrá ser hallado desde la ventana PCPDF Utility.


6.4.10 Una vez ubicados todos los minerales presentes en la muestra, guardar el archivo.

6.5 APAGADO DEL EQUIPO

6.5.1 Cerrar todas las ventanas del Software PCXRD.

6.5.2 Apagar el Chiller, presionando el botón "Off" de su tablero y en la parte posterior desactivar su llave eléctrica.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-052 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000	Página : 5 de 8

- 6.5.3 Apagar el Difractómetro, switch en modo "OFF".
- 6.5.4 Apagar el Chiller, botón OFF en la parte frontal y bajar llave en la parte posterior
- 6.5.5 Apagar el Estabilizador, bajar llave en la parte posterior
- 6.5.6 Desactivar la Llave eléctrica general.

7. INSTRUCCIONES

No aplica.

8. DURACIÓN

- 8.1 La irradiación tiene una duración aproximada de 35 minutos.
- 8.2 El análisis, la identificación y cuantificación dependerá de la complejidad de la muestra (entre 1 y 2 días)

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica.


10. REGISTRO

- 10.1 Registro automático en la base de datos del programa PMGR del Difractómetro XRD-7000 (XRD Data).
- 10.2 Registro de los difractogramas y reportes de forma digital (W:\LRX\CONTROL RESULTADOS)

11. GLOSARIO DE TERMINOS

- 11.1 **Difracción de Rayos X:** Es una técnica capaz de identificar y determinar cualitativamente y semi-cuantitativamente estructuras cristalinas, como son los minerales. Se emplea en el análisis de rocas, arcillas, arenas, sedimentos, aleaciones, etc.
- 11.2 **Difractómetro:** Equipo para identificar la radiación difractada por la muestra en un determinado ángulo de incidencia, para comparar la intensidad de la radiación difractada con la base de datos de las especies cristalinas.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-052 Versión : 00 Fecha aprob.: 30/10/2017
	OPERACIÓN DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000	Página : 6 de 8

11.3 Difractograma: Espectro compuesto por la radiación difractada por la muestra con diferentes intensidades para un determinado ángulo.

11.4 Pico principal: Fondo espectral, ubicado en el detector del equipo.

11.5 Background: Fondo espectral, ubicado en el detector del equipo.

11.6 Software PCXRD: Es un software que se aplica cuando se realiza análisis mineralógico por Difracción de Rayos X, realiza la eliminación del Background y a través del se identifican la fases cristalinas de la muestra. Es usado en el Difractómetro XRD-7000.

12. ANEXOS

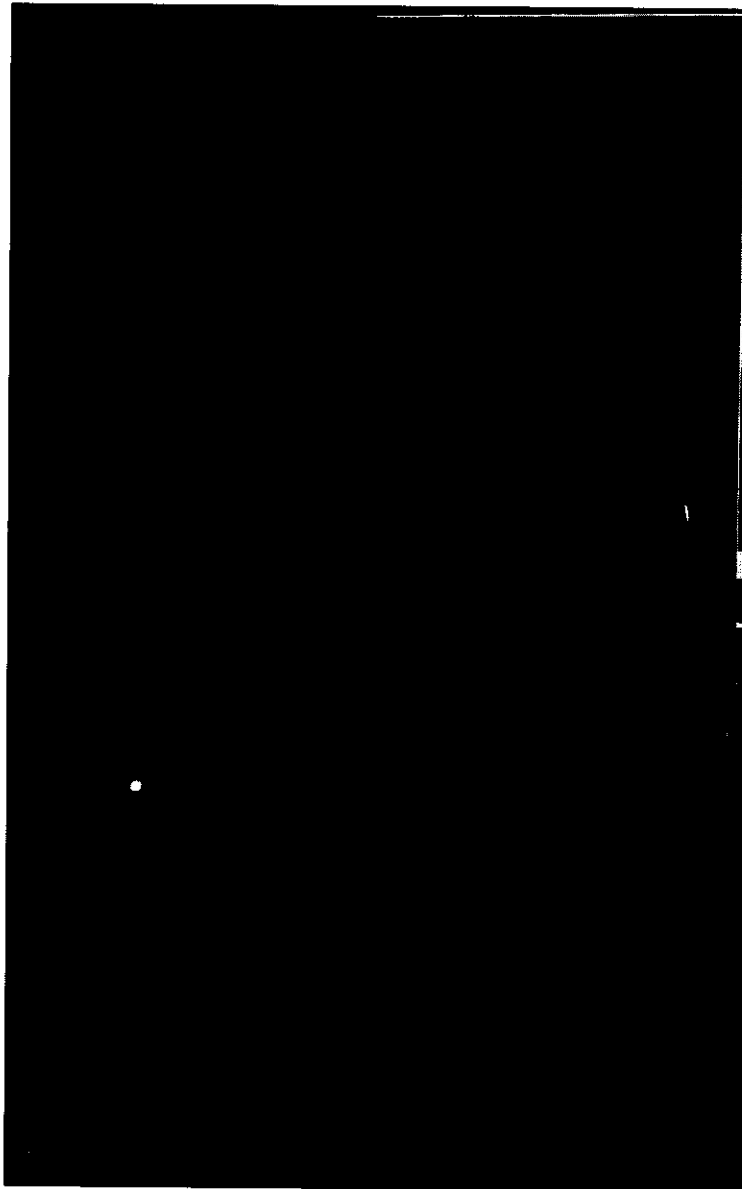
12.1 DIFRACTÓMETRO XRD-7000, VISTA FRONTAL

12.2 SOFTWARE DE OPERATIVIDAD Y ANÁLISIS DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000



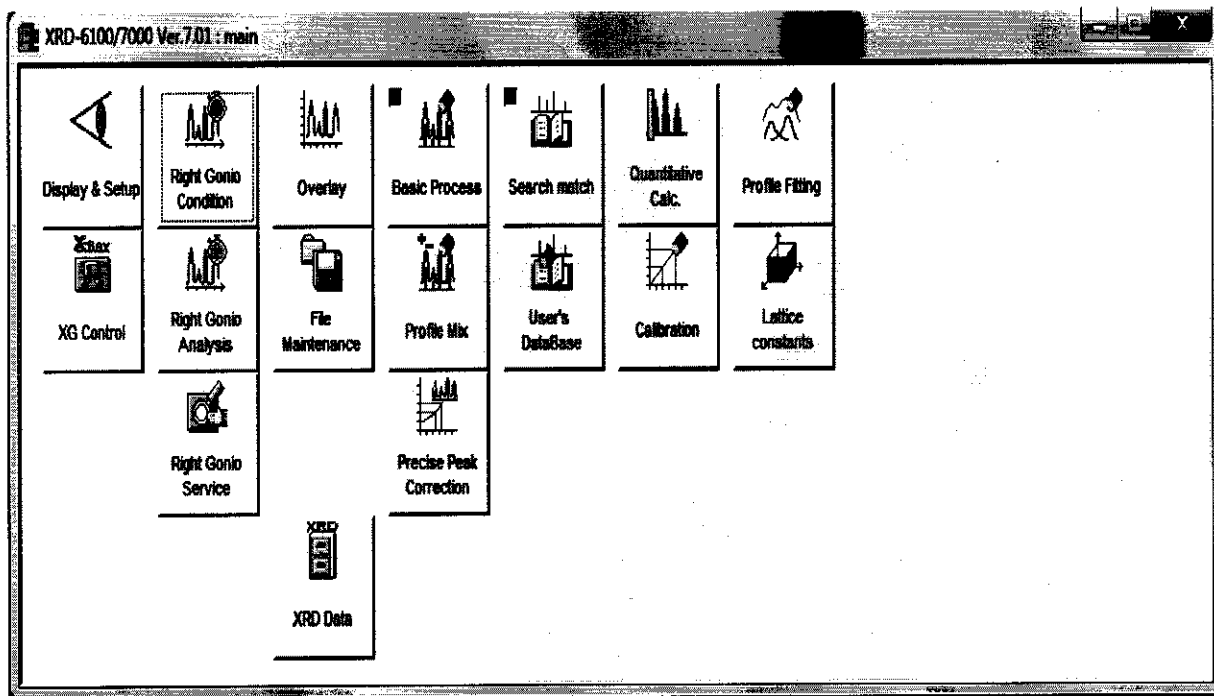
ANEXO 1

DIFRACTÓMETRO XRD-7000, VISTA FRONTAL




ANEXO 2

SOFTWARE DE OPERATIVIDAD Y ANÁLISIS DEL DIFRACTÓMETRO XRD-7000



Aprobado por : **Edwin Loaiza Choque**
 DIRECTOR DE LABORATORIOS

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-053
	GENERACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN DIGITAL CON IMÁGENES ESTÉREO	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 1 de 15

1. FINALIDAD

El objetivo de este trabajo es realizar la extracción de modelos de elevación digital de imágenes satelitales de alta resolución con capacidad estéreo.

2. ALCANCES

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos, en el procesamiento de imágenes satelitales ópticas estéreo.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

3.1 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET

3.2 (ERDAS IMAGINE Help)

https://hexagongeospatial.fluidtopics.net/reader/~P7L4c0T_d3pauwS98oGQ/d8Xr3M24u90PuPKIjFH2pA .

4. REQUISITOS

4.1 Imágenes satelitales ópticas con capacidad estéreo.

5. RESPONSABILIDADES

5.1 El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.

5.2 El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DE INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del procesamiento digital de imágenes ópticas estéreo, utilizando métodos de fotogrametría mediante el software ERDAS Photogrammetry, para la generación de modelos de elevación digital (DEM).

Las fases del procesamiento digital abarcan desde

6.1. Creación de proyecto

a. El archivo del proyecto de información de las imágenes empleadas, así como las rutas de almacenamiento y los puntos de colección para la generación del modelo de elevación.



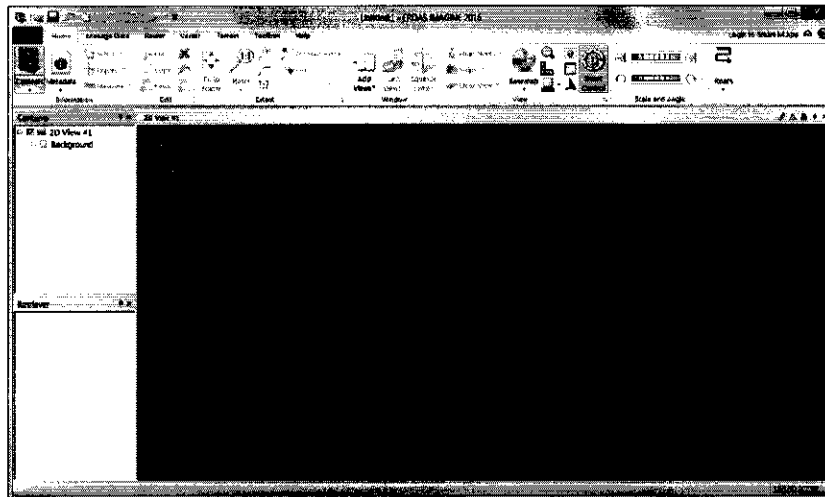


Fig. 1: entorno del software ERDAS 2016

- b. En el menú principal File → New → Seleccionar la opción Photogrammetric Project, nombrar el archivo: nombre_del_proyecto.blk

1 Procedimiento ERDAS IMAGINE

- Se define el modelo que utilizaremos, seleccionamos Rational Funtion. Seleccionamos el modelo geométrico y aceptamos. Definimos el sistema de coordenadas, para este caso usaremos la proyección UTM, Datum WGS84 y la zona 19 Sur.

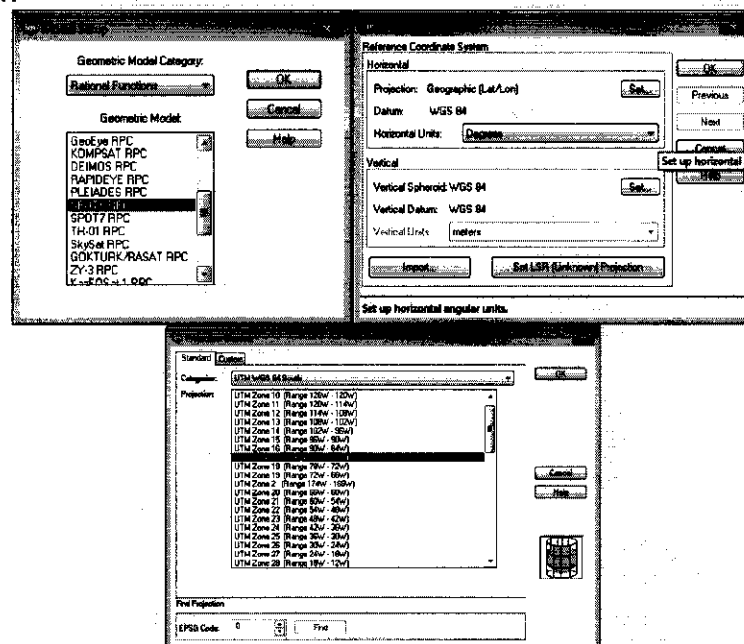


Fig. 2: Definición de parámetros.

6.2. Importación de imágenes

- a. Cada imagen de los datos estéreo o triestéreo se añaden al proyecto con su archivo metadato que contiene la información completa del satélite, así como los RPCs.



1 Procedimiento ERDAS IMAGINE

- En la sección **Contents** → Clic derecho en **Images** → seleccionamos **Add Image(s)** seguidamente ingresar el archivo imagen (archivo metadato: *.dim, *.xml, etc.). Este procedimiento se realizará para cada imagen para cada imagen. El software deberá generar la pirámide de dicha imagen → **Yes** para iniciar la piramidización (Fig. 3). En el caso que tuviera el icono rojo, hacer clic en **Pyr.** Y aceptamos (**OK**) el proceso de piramidización hasta que el icono este de color verde.

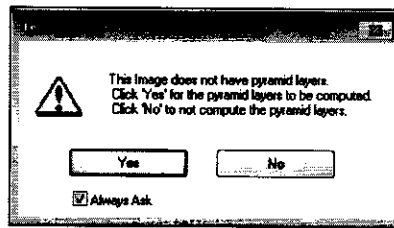


Fig. 3: Panel de las imágenes

- b. En la parte inferior del programa un panel muestra las propiedades de cada imagen y el nivel de procesamiento alcanzado:
- Image Name: Indicando la ubicación en el disco de las imágenes usadas en el proyecto.
- Active: Check: La imagen está activa. En blanco: La imagen está inactiva.
- Pyr: Verde: Se han generado la pirámide. Rojo: La imagen no tiene pirámide.
- Int: Verde: La imagen tiene orientación interior. Rojo: No tiene orientación interior.
- Ext: Verde: La imagen tiene orientación exterior. Amarillo: La imagen tiene orientación exterior inicial. Rojo: La imagen no tiene orientación exterior.
- DTM: Verde: se ha generado DTM a partir de la imagen.
- Ortho: Verde: Se ha generado una ortofoto de esta imagen.
- Online: Verde: La imagen se encuentra en el directorio original.

Row ID	Image ID	Description	Image Name	Active	Pyr	Int	Ext	DTM	Ortho	Online
1	1		d:\Arquivos erdas\sp05_5420_020331.img	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2		d:\Arquivos erdas\sp05_5590_021115.img	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	3		d:\Arquivos erdas\sp05_6190_021115.img	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>


Fig. 4: Panel de las imágenes

Para la imagen en línea, la dirección se indica en la casilla Image Name. Si la imagen no está en línea, haga clic en **Online**, aparece la ventana Frame Editor, hacer click en **Attach** e ingresar la imagen (archivo metadato: *.dim, *.xml, etc.).



6.3. Orientación interior y exterior

1 Procedimiento ERDAS IMAGINE

- Para definir la orientación interior y exterior de las imágenes que están de color rojo, seleccionamos el botón  o en la casilla roja Int.
- Surgirá una ventana en la ingresaremos el archivo que contiene los RPCs, para cada imagen.

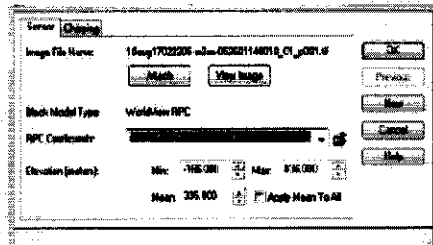



Fig. 5: Selección de los RPCs.

- Este procedimiento servirá tanto para la orientación interior como para la exterior.

6.4. Puntos de Control y Puntos de enlace

- Seleccionamos Point Measurement de la barra de herramientas, luego Classic Point Measurement (CPM).

1 Procedimiento ERDAS IMAGINE

- En esta ventana, adicionamos los puntos CGPs con el botón Add, buscamos cada punto que sean identificables en las 2 imágenes. Para registrar cada punto seleccionamos  y click sobre el mismo punto en cada imagen, e ingresamos las coordenadas tanto X, Y Z.

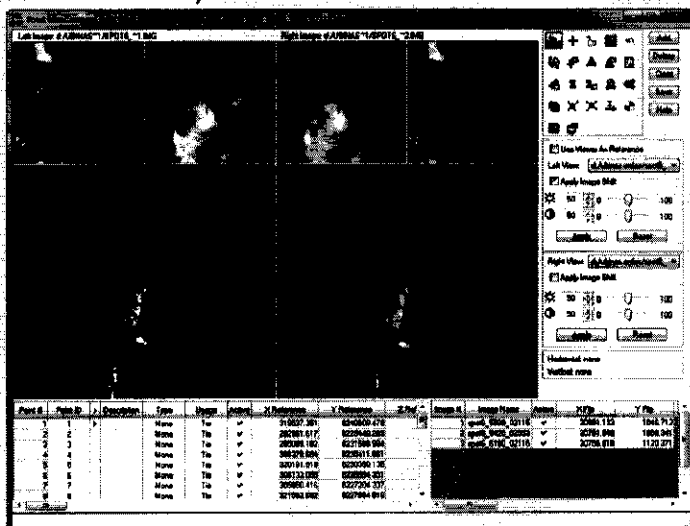



Fig.6: Puntos de control (GCP) y puntos de enlace (TPs)



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-053
	GENERACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN DIGITAL CON IMÁGENES ESTÉREO	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017
		Página : 5 de 15

- b. En el panel de los puntos, que se encuentran en la parte inferior, por cada punto adicionado vamos al icono **Usage** y en **Type** seleccionamos: Full para CGPs y Tie para puntos de enlace, también podemos seleccionar toda la columna y hacer clic derecho, seleccionamos el icono control y Full o Tie.
- c. Adicionalmente podemos crear más puntos de enlace (TPs) sobre las imágenes para una mejor triangulación, hacer clic en **Automatic Tie Point**. Puede aplicar el método por defecto o modificar algunos valores, entre ellos generar una malla regular para la generación de los TPs.

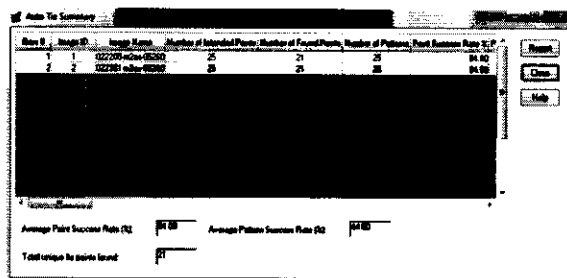


Fig. 7: Puntos de enlace automático.

6.5. Aerial triangulación

1 Procedimiento ERDAS IMAGINE

- Hacer clic en el icono **Block Triangulation**, click en **Run**, del cual obtendremos un reporte, con los datos calculados y **Accept**.

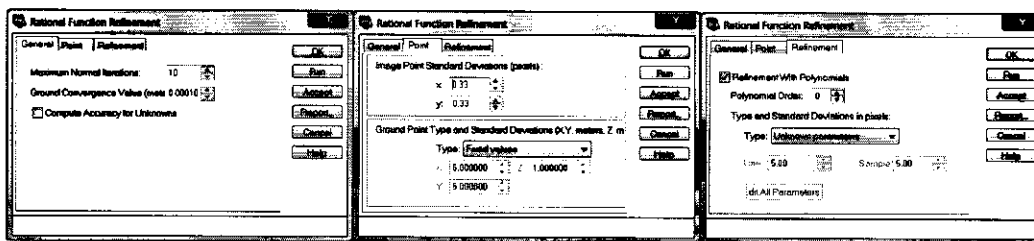


Fig.8: Configuración de la Aero triangulación.

Propiedades: Seleccionamos el icono Properties y click en block triangulation properties, surgirá una ventana en la que se puede modificar estos parámetros se define según el trabajo que se pueda realizar. Para este ejemplo no se modificó ni un valor.

En las opciones avanzadas hacer clic en la casilla de puntos de comprobación para utilizar las coordenadas de imagen de los puntos de control en la triangulación.

Para un mejor ajuste haremos una comprobación de errores graves (Blunders checking Model) y automáticamente identificará y eliminará los errores en los puntos de imagen y los puntos de control en tierra. Tenemos en el cálculo la curvatura de la tierra, hacer clic en esta casilla, con objeto de eliminar los errores de curvatura de la Tierra.



6.6. Generación de Modelos de Elevación Digital (DEMs)

- a. Una vez concluidos los procesos de orientación interna, externa procederemos a obtener el modelo de elevación.

1 Procedimiento ERDAS IMAGINE

- Seleccionamos de la barra de herramientas, la opción **Generate**, del cual seleccionamos el modelo **Enhanced ATE (eATE)**. Extrae modelos de elevación del terreno precisos y de alta densidad por triangulación de imágenes.

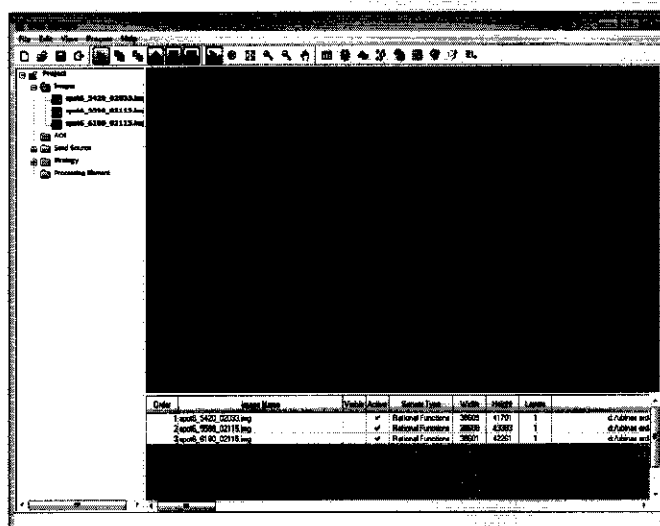


Fig.9: Espacio de trabajo eATE para generación de DEMs.

Process Engine Settings : Establecemos los ajustes de salida (Process engine Settings), seleccionamos en Stop at Pyramidal Level el valor 0. El detendrá el proceso en la pirámide 0 que es la resolución máxima de la imagen, valores mayores se pueden usar para modelos de menos resolución. Si el valor es menor el proceso tomara más tiempo. Seleccionamos si quiere trabajar en unidades de imagen (pixeles) o en unidades de terreno. Si trabajará en unidades de imagen, seleccione cada cuantos pixeles extraerá el DTM.

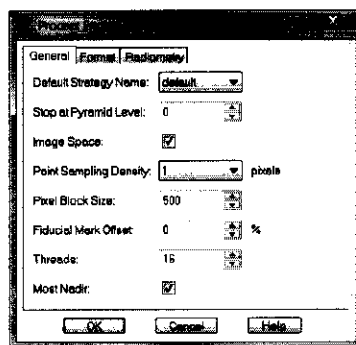


Fig.10: Configuración de preferencias

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-053
	GENERACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN DIGITAL CON IMÁGENES ESTÉREO	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 7 de 15

Output Settings : que será el directorio en el que guardaran los archivos del proyecto eATE. Establecemos la densidad de extracción en metros ya que estamos trabajando en unidades del terreno.

- El valor mínimo y máximo de Z, son los valores mínimos y máximos de elevación utilizados para limitar los resultados eATE. Todos los valores fuera de este intervalo se descartarán de la salida. La unidad de medida aparece a la derecha. Los valores por defecto son de la DEM mundial y fuente de semillas (si está presente). Estos valores pueden tener un efecto significativo en los resultados de salida eATE. Si el intervalo es demasiado grande, la probabilidad de falsas coincidencias puede aumentar considerablemente. Si el intervalo es demasiado estrecho, no serán emparejados zonas con elevaciones fuera de la gama.
- Establecer un bounding box y crear un AOI usando el selector de archivos estándar. Este AOI contiene toda la zona del proyecto si no cambia las coordenadas mostradas o un área específica de la imagen si ha cambiado las coordenadas. Asegurarse de que se elige subdividir y la superposición antes de hacer clic en este botón y no utilice subdividir en más de un par o dos, ya que puede crear un número excesivo de elementos de procesamiento pequeñas.
- En la pestaña **Output Files**, colocamos los nombres y ubicación de los archivos para el modelo. Seleccionamos: a) Nube de puntos (Original Points) y b) Imagen raster (Raster Format), aquí colocamos el tamaño de la celda que deseamos, para este caso es 3 metros en X y (SPOT, resolución 1 metro) y en el caso de las imágenes PLEIADES es 1.5 metros. El vector sin grilla (Nobgridded Format) es utilizado para restitución. Aunque el software puede extraer modelos en relación 1:1 es decir de la misma resolución de la imagen se considera tener un factor superior como 2:1 o 3:1 (por 2 o por 3 la resolución del sensor).

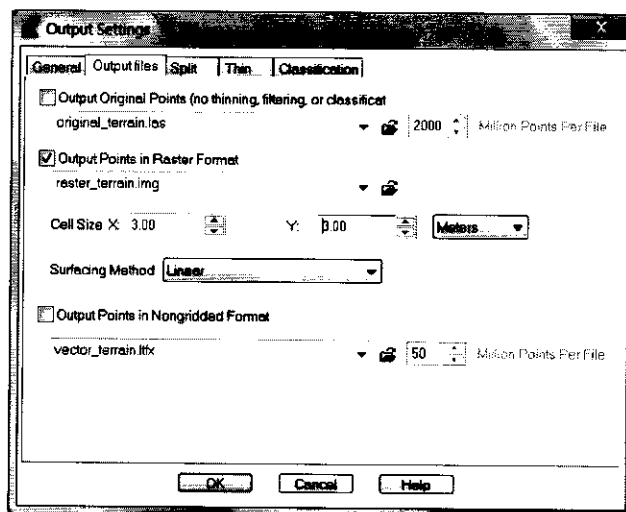


Fig.11: Configuración de salida de datos.

Estrategia Manager : Establecer las estrategias, aplicamos la estrategia de extracción de terreno personalizada a áreas de la imagen basadas en las características del terreno de cada región. En este caso se usa la que viene por defecto en el programa.



- Usamos la correlación NCC: normalizan correlación cruzada, una medida estadística de la similitud de dos puntos en las dos imágenes.
El tamaño de la ventana lo dejaremos por defecto, así como los coeficientes de inicio, estos definen la correlación para cada nivel de la pirámide. El coeficiente de inicio se utiliza para el nivel más alto de la pirámide en el archivo de bloque y en cada nivel posterior de la pirámide, que el coeficiente aumenta igualmente hasta el último nivel de la pirámide que utiliza el coeficiente final.
- La Interpolación la establecemos como Spike para que elimine los puntos identificados como espigas basadas en los datos de elevación circundantes. En Search Window ingresar 30.
Seleccionamos el casillero Matching ya que es una forma simple de verificar blunders y compensa la falta de redundancia en el proceso de emparejamiento y la Tolerancia la dejamos en 1.
- El Smoothing lo dejamos en Moderado (Nivel moderado de suavizado) para que busque los picos de elevación y elimina los puntos considerados como de cambio muy brusco de elevación en comparación con puntos circundantes para un punto de elevación válido.

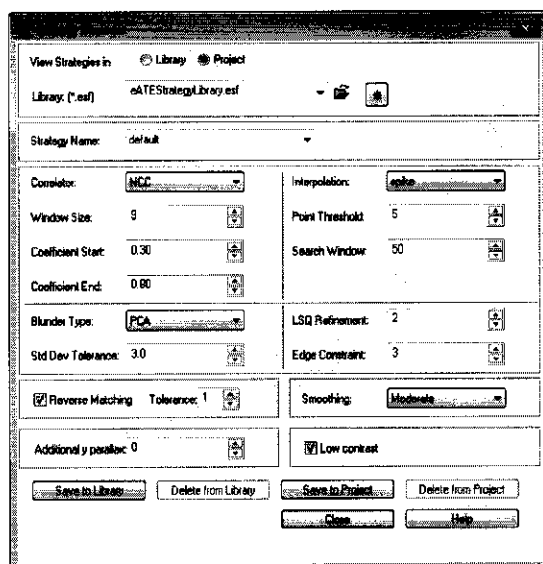



Fig.12: Configuración de la estrategia

En Project (ubicado en el panel izquierdo):

- AOI: Click derecho en AOI, seleccionar New, para crear o cargar un área de interés que indicará que solo se extraerá el DEM con esa extensión (polígono libre o rectangular). También puede usar la herramienta .
- Cargar elementos de semilla, hacer clic con el botón derecho sobre seed source y seleccione Add. Puede añadir como elementos de semilla los puntos CGPs y de enlace del blk, una superficie (DEM) o líneas de corte. Estos elementos ayudaran a establecer una mejor extracción solo si se cuenta con una resolución cercana a la que



se desea extraer, es decir una DEM de 30m como semilla no tendrá impacto sobre una salida de 1m o 2m.

- d. Generar los elementos por procesos 

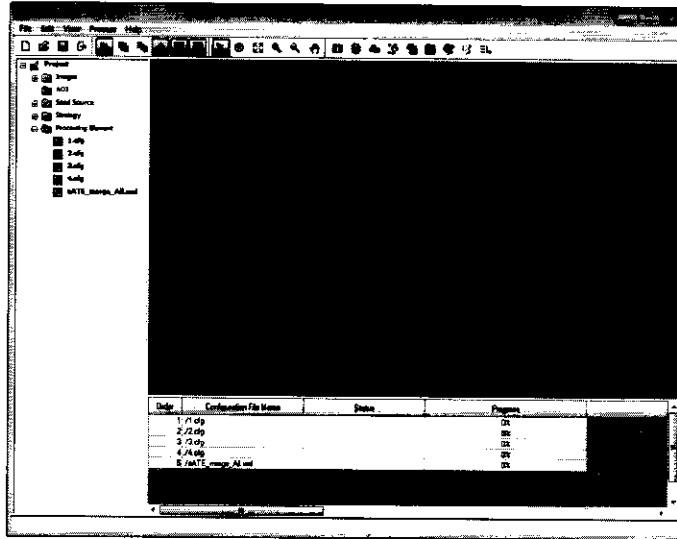




Fig.13: Generación de elementos por procesos

- e. Iniciar el proceso en Batch , hacer clic en  y surgirá una nueva ventana, hacer clic en Run Now. Esperar que se obtenga cargue todo al 100%. Crea los elementos y procesos que efectuara para la obtención del DEM.
- f. Una vez terminado el proceso, obtendremos el modelo de elevación en formato raster.

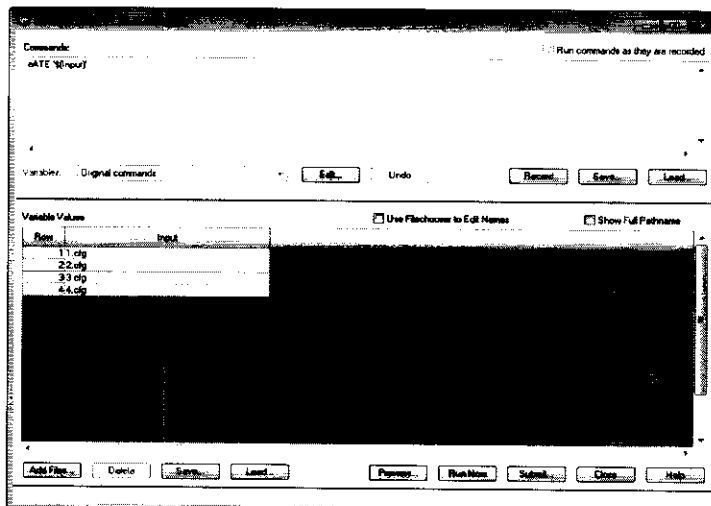


Fig.14: Generación del proceso Batch



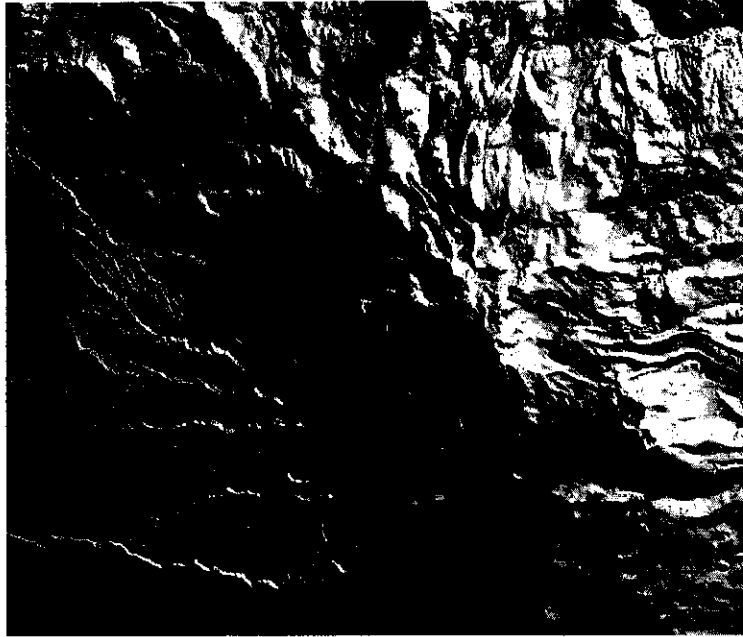


Fig.15: Modelo de elevación digital (modelo de sombras)

6.7. EDICIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN

Los modelos de elevación resultantes presentan errores debido a la presencia de nubes, generación de spikes y presencia de lagunas, donde los resultados no son óptimos. Para realizar la edición de dichos errores se utilizó las herramientas del Terrain Editor (incluido el módulo ERDAS Photogrammetry), y de este modo obtener un modelo de elevación que se ajuste a la topografía del terreno analizado.

En **Project Explorer** cargar el par estéreo haciendo click derecho sobre 'imagen_pair' Add To → Window 1.


En **Terrain Files and Display**:  Buscamos el archivo *.Itfx y luego Load

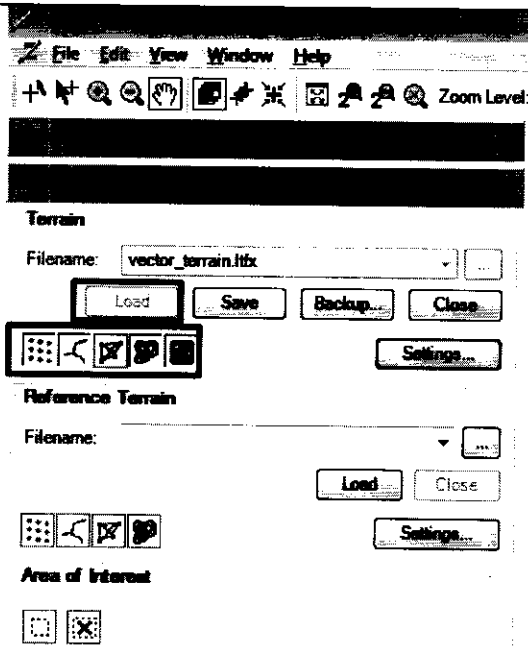
1 Procedimiento Terrain Editor

- En **Project Explorer** cargar el par estéreo haciendo click derecho sobre 'imagen_pair' → Add To → Window 1.

En **Terrain Files and Display**:  Buscamos el archivo *.Itfx y luego Load



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-053
	GENERACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN DIGITAL CON IMÁGENES ESTÉREO	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017
		Página : 11 de 15



Escogemos los tipos de datos que queremos mostrar en la ventana: points, breaklines, triangles, countours o la misma imagen pancromática como background.

6.7.1. En "Image Adjustments" podemos ajustar la radiometría de las imágenes para visualizar mejor la topografía.

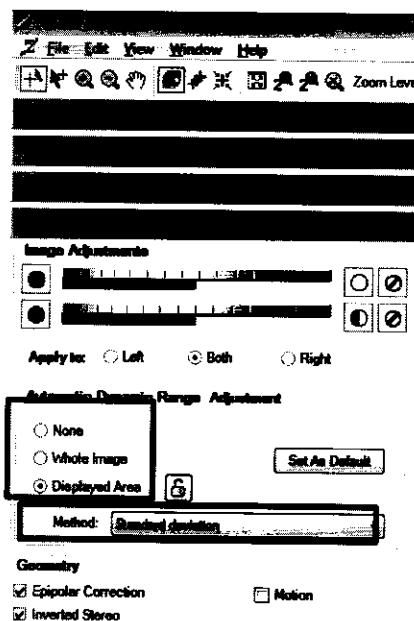


Fig.16: Ajustes para la visualización del par estéreo.



6.7.2. En "Terrain Editing" realizar las ediciones: eliminación corrección o añadir información del terreno. Los datos que se pueden editar son puntos, breaklines o áreas. Cada edición se puede personalizar con su respectiva pestaña ubicada en Terrain Edit Tools.

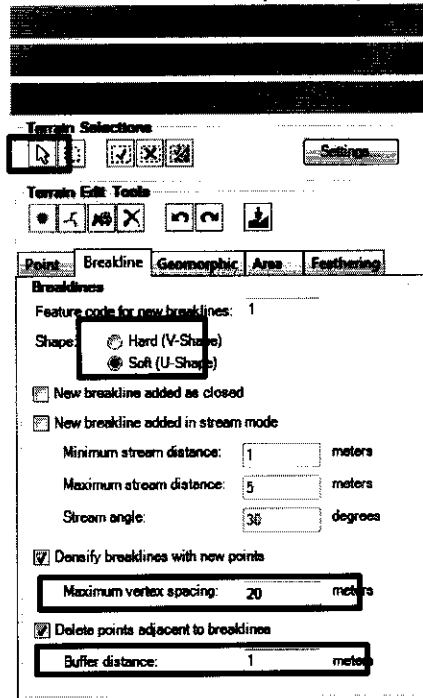


Fig.17: Opciones de edición

6.7.3. Identificamos la zona donde el software no ha podido generar puntos homólogos en las imágenes estéreo. En particular hay menos densidad de puntos en sombras y zonas saturadas.

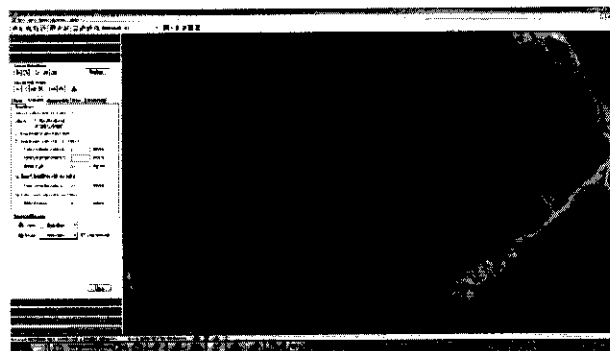
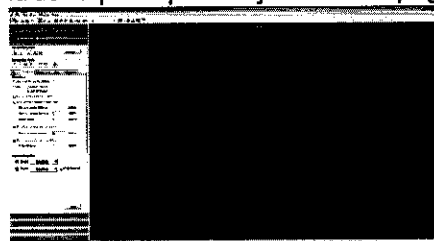



Fig.18: Zona con poca densidad de puntos de elevación

6.7.4. Añadimos breaklines en la zona para que se ajuste a la topografía del terreno.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-053
	GENERACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN DIGITAL CON IMÁGENES ESTÉREO	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 13 de 15

6.7.5. Añadir los breaklines donde las curvas de nivel en valles y cimas y otros elementos donde cambien la pendiente de la topografía. Esto se realiza con el topomouse, desplazando el curso y generando puntos sobre el terreno, hacer click con el topomouse para iniciar y generar cada punto y luego cerrar el breakline (línea verde).



6.7.6. Al finalizar el breakline se notará que las curvas de nivel y los puntos se han ajustado a la topografía, apoyándonos en la visión estereoscópica. Además, se puede borrar puntos que no se ajustan a la topografía del terreno.

6.7.7. El punto indicado no coincide con la topografía lo que genera un error en la curva de nivel inicial, antes de ser editada. Seleccionamos "Delete Tool" y luego con el topomouse seleccionamos el punto que se desea eliminar.

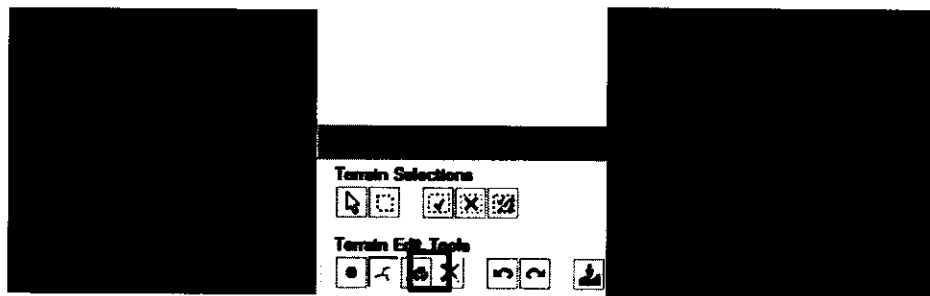



Fig.19: Edición de puntos, antes y después.

El resultado final sería la malla de puntos modificados de acuerdo a los breaklines.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-053
	GENERACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN DIGITAL CON IMÁGENES ESTÉREO	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 14 de 15

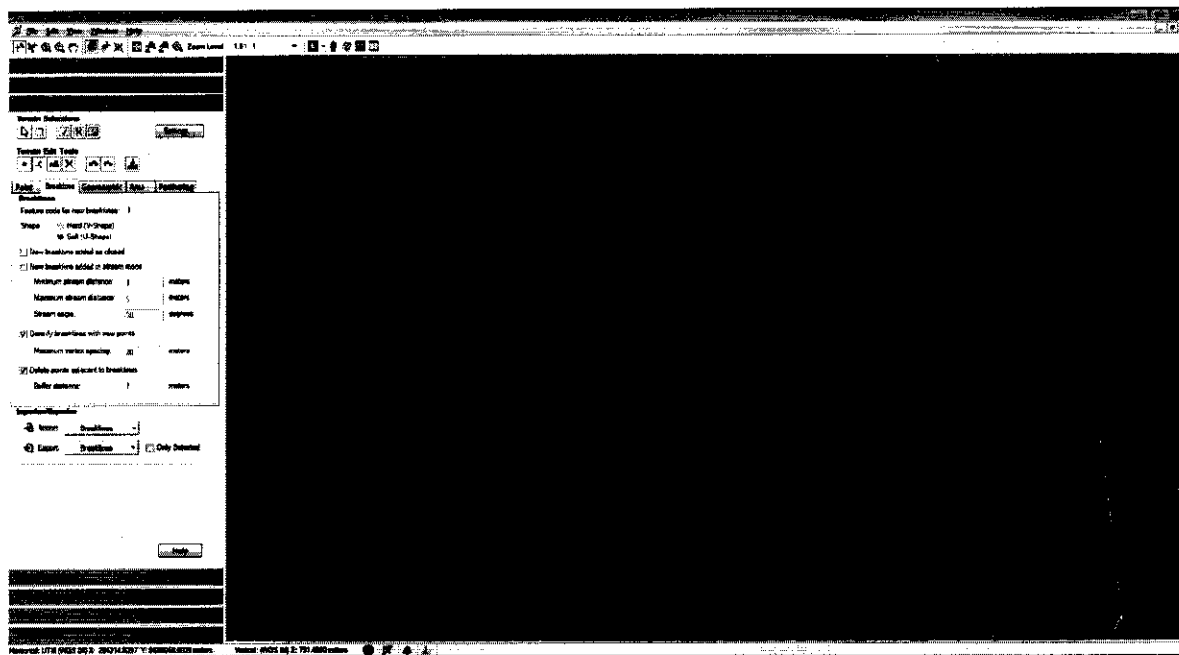


Fig.20: Edición final, corrección en zonas sin puntos de elevación.

6.8. EXPORTACION DE MODELOS DE ELEVACIÓN A RASTER

Ejecutar la herramienta **Terrain prep Tool** → Cargar el archivo editado y Exportar como DEM. Definir la resolución de pixel e ingresar la Ruta de salida y nombre de archivo y **OK**

6.9 IMPRESIÓN

Referirse al instructivo de DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y productos derivados.

7. INSTRUCCIONES

7.1 DL-I-031 Impresión de imágenes satelitales y productos derivados.


8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-053
	GENERACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN DIGITAL CON IMÁGENES ESTÉREO	Versión : 00 Fecha aprob: 30/10/2017 Página : 15 de 15

10. REGISTROS

10.1 Archivo de modelo de elevación en la carpeta de trabajo de la solicitud en la ubicación:
W:\LTD\SOLICITUDES-PRODUCTOS SATELITALES

11. GLOSARIO DE TÉRMINO


No aplica.

12. ANEXOS

No aplica.

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-054
	MEDIDAS DE FIRMAS ESPECTRALES CON FIELDSPEC-4 HI-RES	Versión : 00 Fecha aprob: 07/11/2017 Página : 1 de 9

1. FINALIDAD

Mostrar el procedimiento para las medidas espectrales obtenidas de muestras de rocas en el Laboratorio de Teledetección con el Espectrorradiómetro FIELDSPEC 4 Hi-Res

2. ALCANCE

Se aplicará a todos los datos medidos con el Espectrorradiómetro FIELDSPEC 4 Hi-Res.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR / BASE LEGAL

3.1. Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.

3.2. Manual de uso del Espectrorradiómetro FieldSpec 4 Hi-Res.

4. REQUISITOS

No aplica

5. RESPONSABILIDADES

5.1. El responsable del Laboratorio de Teledetección se encarga de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.

5.2. El responsable y/o especialistas del Laboratorio de Teledetección, deberán seguir las indicaciones establecidas en el presente instructivo.

6. ETAPAS DE INSTRUCTIVO

El presente instructivo establece la secuencia del registro de cada uno de los datos obtenidos en las mediciones de las muestras obtenidas de los diferentes proyectos que se ejecutan dentro del INGEMMET.

6.1. Datos de entrada


Muestra de rocas de diferentes tipos.

6.2. Adquisición de firmas espectrales

El procedimiento se realizará para todas las rocas que sean necesarias medirse. Una vez que todos los accesorios estén instalados abrir los el programa RS3™ (3.4.2 Manual de uso de Espectrorradiómetro FieldSpec ASD HI-RES 4).

6.2.1. Configuración del instrumento

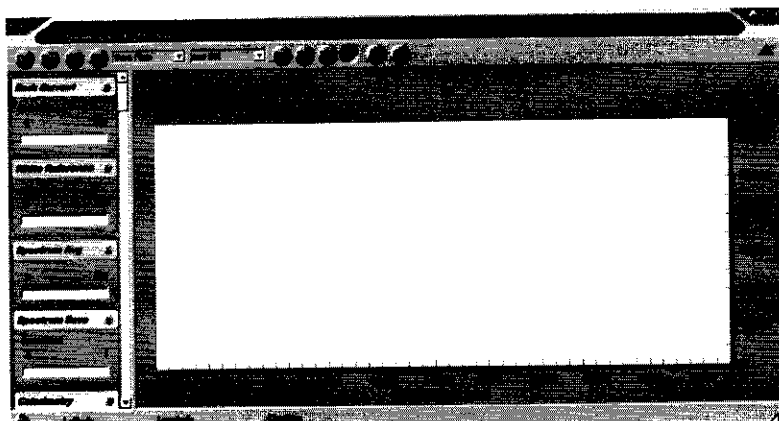


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-054
	MEDIDAS DE FIRMAS ESPECTRALES CON FIELDSPEC-4 HI-RES	Versión : 00 Fecha aprob: 07/11/2017 Página : 2 de 9

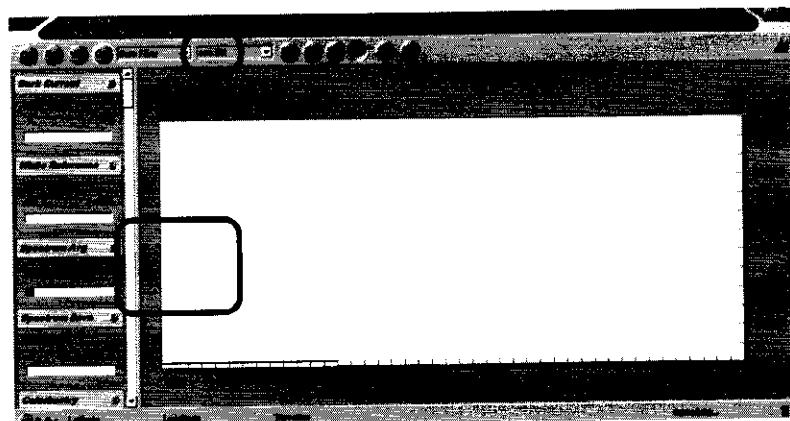
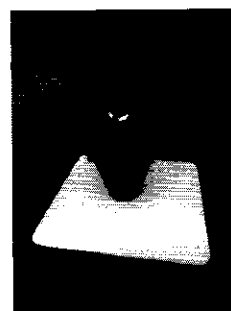
- Conecte el cable de alimentación al equipo.
- Conectar los cables accesorios al equipo
- Conecte el cable del equipo a la computadora.
- Usar el Manual: DL-M-008-Manual de uso del Espectrorradiómetro FieldSpec 4 Hi-Res.


6.2.2. Configuración del software

- Una vez que todos los accesorios estén instalados abrir los el programa RS3™ (3.4.2 Manual DL-M-008).

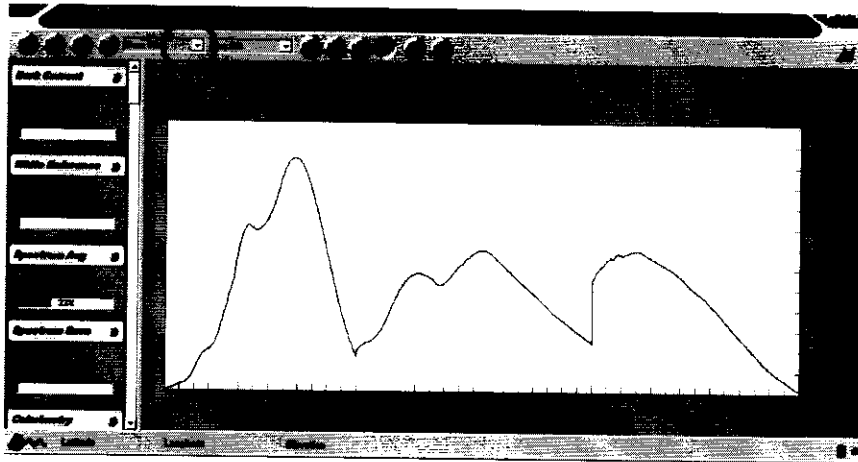


- Calibrar el equipo, utilizando el espectralón (Material con aproximadamente 100% de reflectancia en todo el espectro conocido también como panel de referencia blanco o estándar de referencia blanco).
- Apuntar con el extremo de la fibra óptica sobre la superficie del espectralón como blanco de referencia.
- Optimizar el equipo el equipo, haciendo click en la opción *Opt* hasta obtener un gráfico en la pantalla.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-054
	MEDIDAS DE FIRMAS ESPECTRALES CON FIELDSPEC-4 HI-RES	Versión : 00 Fecha aprob: 07/11/2017 Página : 3 de 9

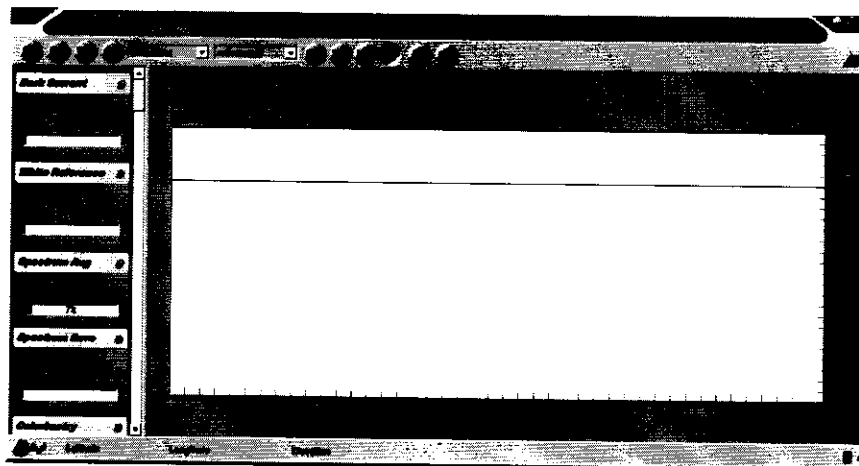
- La optimización se completa cuando la barra de progreso Spectrum Avg se reanuda y en la pantalla se grafica una curva:



Nota: Si la luz de la fuente no cambia y el instrumento no se calienta, no hay necesidad de re-optimizar. La optimización no afecta los datos de medición a menos que se derive hacia una saturación o sea demasiada baja.

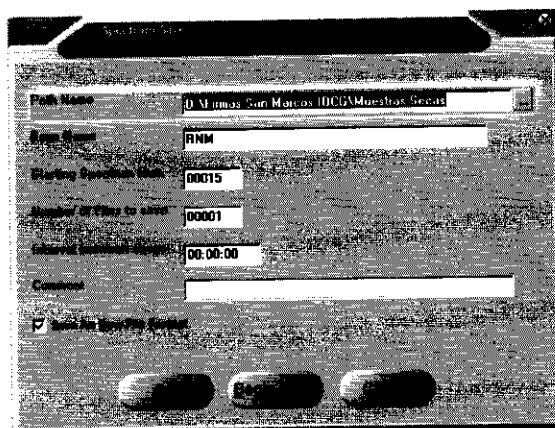
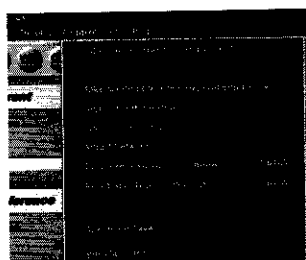
La optimización debería hacerse tan frecuente como sea posible: si usamos una fuente de luz artificial, esta debería hacerse cada 30 minutos y cuando usamos la fuente de luz solar cada 5 a 10 minutos.

- Hacer click en la opción WR (*White Reference*) tomando como blanco de referencia el espectralón, el equipo empezará a coleccionar datos y se completará cuando la barra de progreso (*Spectrum Avg*) se reanude.
- No mover ninguno de los accesorios, hasta que en la pantalla aparezca una línea completamente horizontal referente al uno en la escala vertical.



- Establecer una carpeta donde se guardaran los espectros medidos.
- Dirigirnos a la opción *Control* → *Spectrum Save*:

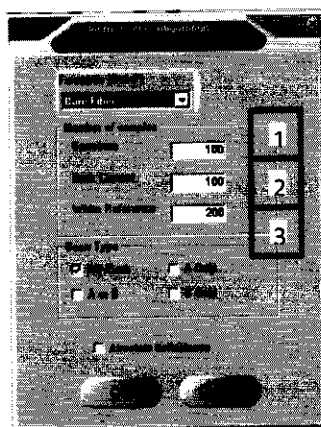




- | |
|---|
| 1 |
| 2 |
| 3 |
| 4 |

- 1: *Path Name*: dirección de la carpeta.
- 2: *Base Name*: nombre con el que se guardar los espectros.
- 3: *Starting Spectrum Num*: Indicar el número desde el cual deseamos empezar a medir.
- 4: *Comment*: Colocar algún comentario.


- Una vez modificado los estos parámetros, hacemos click en *Begin Save* → *OK*
- Nuevamente nos dirigimos a la opción *Control* → *Instrument Configuration*



- | |
|---|
| 1 |
| 2 |
| 3 |

- 1: *Spectrum*: Número de espectros que va a recolectar y de los cuales sacar un promedio, mostrando un solo gráfico. Para muestras de tonos claros se puede mantener el valor de 100, pero si nuestra muestra es más oscura, podemos aumentar el número, siendo la desventaja de aumento del tiempo al recolectar los espectros.
- 2: *Dark Current*: Cantidad de corriente eléctrica inherente a los componentes eléctricos del espectrorradiómetro y asociado a la detección y medición de fotones de las señales luminosas. Es una propiedad del detector y la electrónica asociada. Varía con la temperatura y el tiempo.
- 3: *White Reference*: Mide la intensidad de un campo de luz a través de un punto dado en el espacio. La reflectancia y la transmitancia son propiedades inherentes de todos los materiales y son independientes de la fuente de luz. Es necesario para ajustar las

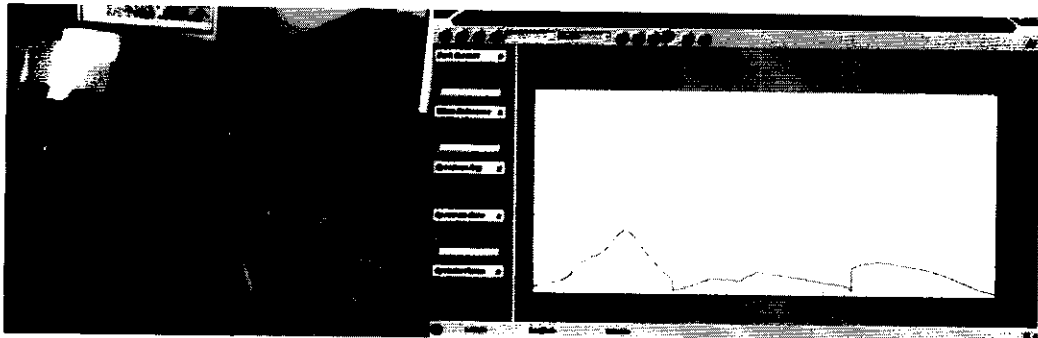


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-054
	MEDIDAS DE FIRMAS ESPECTRALES CON FIELDSPEC-4 HI-RES	Versión : 00 Fecha aprob: 07/11/2017 Página : 5 de 9

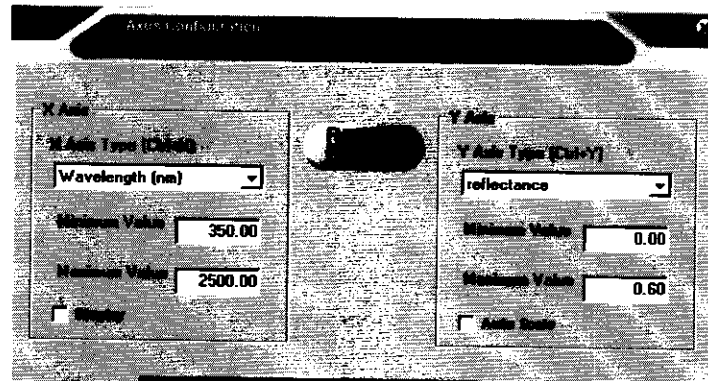
mediciones futuras, el material con aproximadamente 100% de reflectancia en todo el espectro se denomina panel de referencia blanco o estándar de referencia blanco, generalmente espectralón.

6.2.3 Recolección de datos

- Colocar el extremo de la fibra óptica sobre la superficie más homogénea de la roca de la misma manera que se coloca sobre el espectralón (luz vertical) y tratar de que la luz no se escape.
- Mantener el extremo del cable de la fibra óptica sobre la muestra hasta que se hayan recolectado los espectros, se mostrara un gráfico sobre la pantalla.



- Si observamos que el resultado no se puede observar muy bien en la escala vertical, podemos cambiar la misma.
- Para esto dirigiéndonos a: *Display* → *Axes*: Modificamos *Maximum Value* (0-1.2) de acuerdo a nuestro criterio.
- En el eje X podemos modificar la unidad de las longitudes y sus máximos y mínimos.

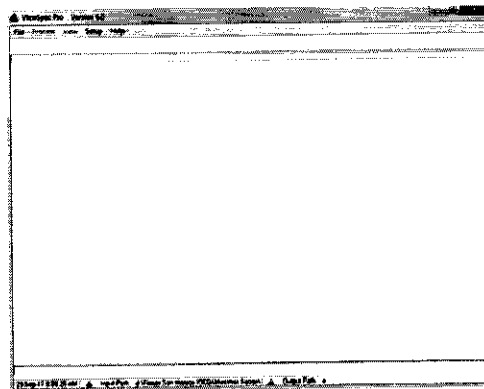


Eje X podemos modificar la unidad de las longitudes y sus

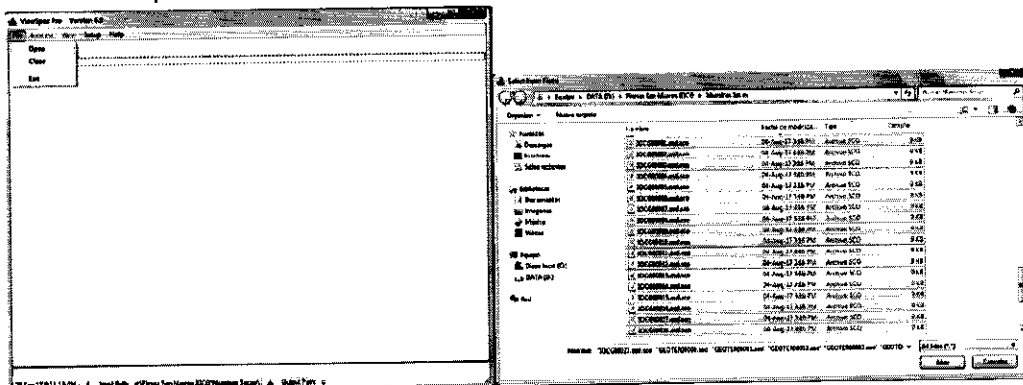
Eje Y podemos modificar la escala con Maximum Value (0-1.2)




- Con la tecla de espaciado guardar el espectro medido de la roca, mantener ambos conectados hasta que la barra de progreso se complete y escuchemos un sonido que nos indica que el espectro ya se ha guardado.
- Considerar el número de espectros guardados de acuerdo a la muestra.
Nota: El número de firmas tomadas de cada muestra, es variable, debido a que las rocas (alteración moderada o pervasiva) pueden contener varios minerales de alteración que se muestran en el espectro como una mixtura de minerales. El número de espectros que se registra en el programa por cada muestra puede variar y debemos considerar:
 - Si observamos que los espectros no varían en: La envolvente, la profundidad de los rasgos de absorción en diferentes longitudes de onda.
 - Si existe variación notable en las características antes mencionadas, de espectros en diferentes puntos de una misma muestra se considera más de un espectro.
 - No se considerara varias mediciones si de diferentes puntos no ay variación en las características antes mencionadas.
- Una vez finalizada las medidas de los espectros de las rocas, se procede a cerrar el programa y apagar el equipo.
- Todos los espectros colectados se corrigen utilizando el programa Viewspec Pro.

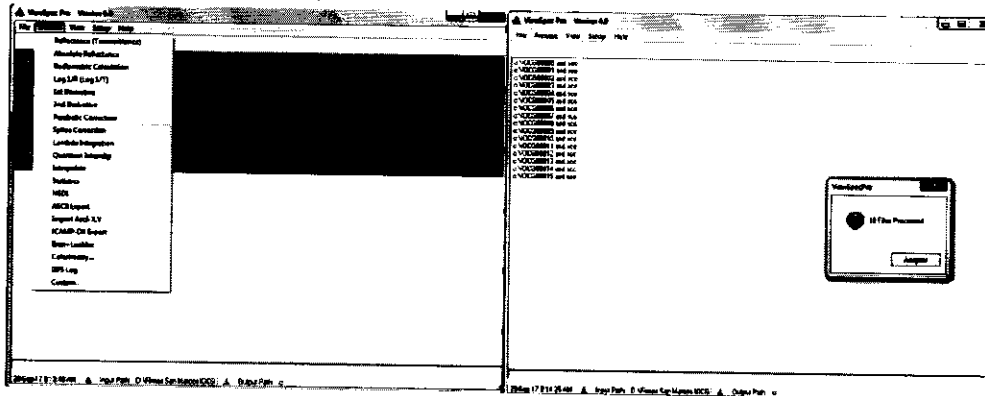


- Nos dirigimos a la opción *File* → *Open*, nos dirigirá a la búsqueda de la carpeta donde se encuentran los espectros medidos → seleccionamos todos con la opción *SHIFT* → *Abrir*.

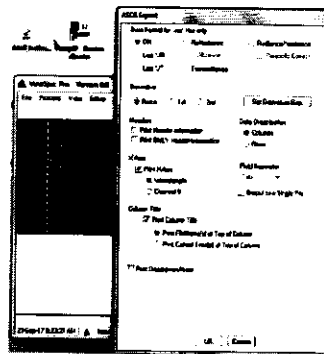


	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-054
	MEDIDAS DE FIRMAS ESPECTRALES CON FIELDSPEC-4 HI-RES	Versión : 00 Fecha aprob: 07/11/2017 Página : 7 de 9

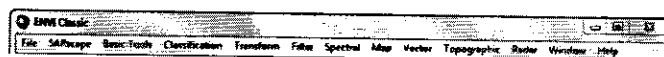
- Se cargaran todos los espectros en la ventana del *ViewSpec Pro*.
- Seleccionamos todos los espectros de la ventana.
- Desplegamos la opción *Process* → Seleccionamos *Splice Correction*.
- Los archivos serán corregidos, se mostrará una pequeña ventana confirmando la corrección, aceptamos.



- Exportamos los datos: seleccionamos nuevamente los espectros, nos dirigimos a la opción a la opción *Process* → seleccionamos *ASCII Export* → OK.

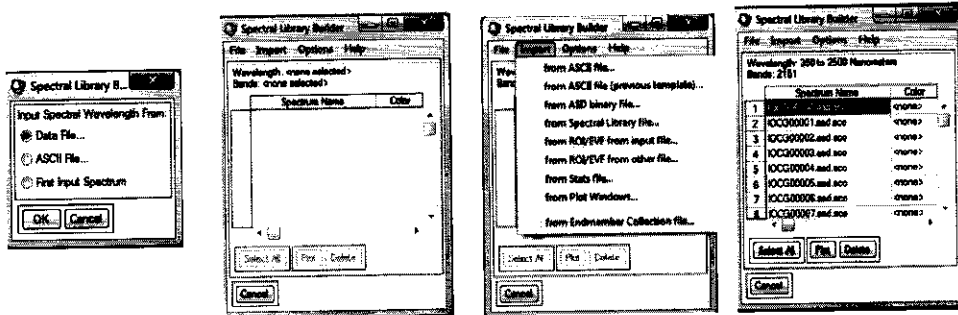


- Creamos la Librería espectral.
- Abrimos la ventana de *ENVI Classic*

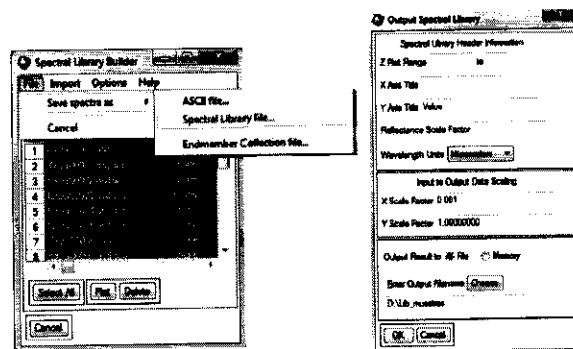


- Seleccionamos la opción *Spectral* de la barra de Herramientas → seleccionamos *Spectral Libraries* → *Spectral Library Builder* → nos mostrara una ventana.
- De esta ventana seleccionamos la opción *First Input Spectrum* → *Import Library Builder* → seleccionamos la opción *Import* → *from ASD binary file*.
- Seleccionamos todos los espectros ya corregidos y aceptamos; Estos importaran a la ventana.

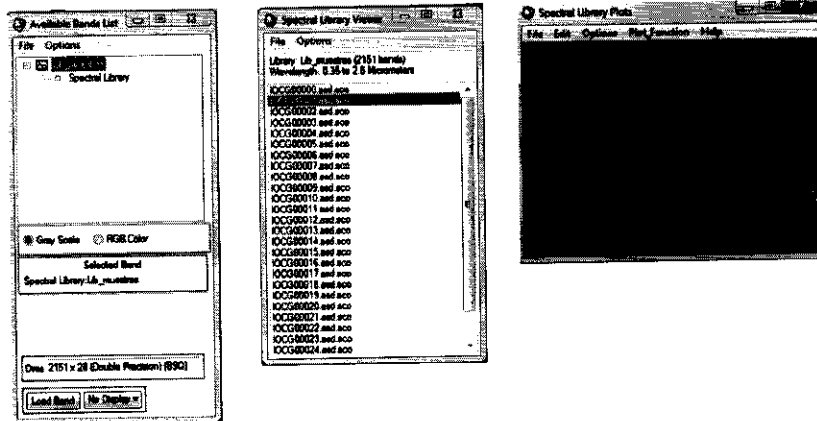





- Seleccionamos todos los elementos para crear una librería con: *Select All* → *Save spectra as* → colocamos las unidades de las longitudes de onda → Modificamos *X Scale Factor*, colocando *0.001* → Buscamos una carpeta de destino y asignamos un nombre → *OK*.



- Para visualizar la librería creada, nos dirigimos a la opción: *File* de la barra de Herramientas → Buscamos la ubicación de la librería creada → *Aceptar* → click derecho sobre la librería → *Spectral Library Viewer* → Nos mostrará las firmas → Seleccionamos cualquiera de ellas y se mostrará en una nueva ventana el gráfico.



7. INSTRUCCIONES

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-054
	MEDIDAS DE FIRMAS ESPECTRALES CON FIELDSPEC-4 HI-RES	Versión : 00 Fecha aprob: 07/11/2017 Página : 9 de 9

No aplica

8. DURACIÓN

No aplica

9. DIAGRAMACION

No aplica

10. REGISTRO

10.1 Registro de medidas espectrales en W:\LTD\DATA INSTRUMENTOS DE MEDIDA\FIELDSPEC

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS

No aplica


12. ANEXOS

No aplica



Aprobado por :	Leonardo Edwin Loaiza Choque ASISTENTE
----------------	---

Prohibido reproducir sin la autorización del RD del INGEMMET

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-056
	OPERATIVIDAD DEL HORNO DE FUNDICIÓN Y COPELACIÓN PARA LOS ENSAYOS AL FUEGO	Versión : 00 Fecha aprob: 23/05/2018 Página : 1 de 3

1. Finalidad

Describir las instrucciones del horno de fundición y copelación para que los analistas tengan una referencia del manejo y funcionamiento de este equipo para el proceso de fundición y copelación de las muestras geológicas sólidas (rocas, suelos y sedimentos).

2. Alcance

Aplica para la fundición y copelación de muestras oxidadas - sulfuradas tales como: muestras de rocas, suelos y sedimentos.

3. Documentos a Consultar / Base Legal

3.1 Manual de Operación del Horno de Fundición y copelación de HINSA.

3.2 Decreto Supremo N°035-2007-EM, Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.

4. Requisitos

4.1 Equipo de Protección Personal – EPP como: Mandil, lentes de seguridad, guantes y respirador.

5. Responsabilidades


5.1 El Director de Laboratorios es responsable de revisar y aprobar el presente Instructivo, así como garantizar su cumplimiento.

5.2 El especialista en ensayos al fuego es responsable de la manipulación, operación y cuidado del horno de fundición y copelación, además de informar para su mantenimiento preventivo y/o correctivo, calibración.

6. Etapas del Instructivo

ENCENDIDO:



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-056
	OPERATIVIDAD DEL HORNO DE FUNDICIÓN Y COPELACIÓN PARA LOS ENSAYOS AL FUEGO	Versión : 00 Fecha aprob: 23/05/2018 Página : 2 de 3

- 6.1 Activar la perilla/foco naranja:** Antes de Activar la siguiente perilla esperar unos segundos que aparezca los valores de temperatura en el panel de control. Esta perilla indica la entrada de tensión eléctrica al horno de fundición.
- 6.2 Control de Temperatura Digital:** Controla la temperatura de trabajo programado, su funcionamiento es automático, prendiendo y apagando las resistencias una vez que alcanza la temperatura programada.
- 6.3 Controladores e Indicadores de temperatura:** Permiten la modificación de aumentar o disminuir la temperatura, presionar el botón ENTER, para estabilizar la temperatura en el controlador digital.
- 6.4** Accionar la campana extractora del equipo de fusión eléctrica.

APAGADO:

- 6.5** Desactivar la perilla/foco naranja control de resistencias, ubicación derecha.
- 6.6** Desactivar la perilla/foco verde control de temperatura, ubicación izquierda.

7. Instrucciones

No aplica.

8. Duración

No aplica.

9. Diagramación


No aplica.

10. Registros

No aplica.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-056
	OPERATIVIDAD DEL HORNO DE FUNDICIÓN Y COPELACIÓN PARA LOS ENSAYOS AL FUEGO	Versión : 00 Fecha aprob: 23/05/2018 Página : 3 de 3

11.1 Fundición: consiste en producir una fusión de la muestra a una temperatura aproximada de 1050°C usando reactivos y fundentes adecuados para obtener dos fases liquidas: una escoria constituida principalmente por silicatos complejos y una fase metálica constituida el cual colecta los metales de interés (Au y Ag) que posteriormente serán sometidos a análisis químico según condiciones finales de la muestra.

11.2 Copelación: consiste en separar el plomo del regulo de la parte valiosa al ser oxidado y absorbido hasta un 90% junto con algunas impurezas metálicas por una copela de magnesita a una temperatura de 950°C, y el resto es volatilizado como PbO o en forma de Pb₂O₃ en el proceso de copelación obteniéndose un botón no oxidable formado por metales nobles conocido como doré.

12 ANEXOS.


Anexo N°1

Imagen del Equipo de fundición y copelación (Hinsa)



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---

Prohibido reproducir sin la autorización del RD del INGEMMET

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-057
	NEUTRALIZACIÓN DE ENVASES CON RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS	Versión : 00 Fecha aprob: 25/05/2018 Página : 1 de 3

1. Finalidad:

Establecer el instructivo que nos permita neutralizar los envases o botellas sea de plástico o vidrio que contienen residuos de ácidos inorgánicos: necesarios en la preparación de muestras químicas para el análisis instrumental, mediante el uso del hidróxido de sodio. Preservando de esta manera la salud y el medio ambiente por efecto de su manipulación.

2 Alcance:

El presente instructivo especifica instrucciones y secuencias para realizar la neutralización de envases con residuos químicos peligrosos. El desarrollo de las actividades comprende desde que los envases con reactivos químicos quedan vacíos (con restos de la sustancia química) hasta la entrega o disposición como residuo sólido.

3. Documentos a consultar/ Base Legal

- 3.1 Decreto Supremo No. 035-2007-EM Reglamento de Organización y Funciones INGEMMET.
- 3.2 D.S.-021-Vivienda VMP Descargas de aguas residuales.
- 3.3 Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos D.S. 057-2004-PCM, derivadas del manejo de los residuos peligrosos.
- 3.4 Manual de seguridad en el laboratorio Merck Scharp and Dohne
- 3.5 "Sugerencias para recoger y neutralizar residuos de laboratorio"
- 3.6 DIGESA- Dirección General de Salud Ambiental "Gestión de residuos peligrosos en el Perú" 2006.

4. Requisitos:

No aplica.


5. Responsabilidades:

- 5.1 El Director de Laboratorios es responsable de la aprobación del presente instructivo.
- 5.2 El profesional especialista del laboratorio se encargará de entregar los recipientes tratados para su disposición final en el container específico; previo registro en los formatos respectivos.

6. Etapas del Instructivo

- 6.1 El tratamiento de neutralización de residuos peligrosos de los envases vacíos de reactivos comprende desde el destapado del envase en una campana extractora, la neutralización de los residuos con una solución base, el enjuague con abundante agua, reutilización de las botellas tipo teflón, inutilizar con perforaciones los envases plásticos y el empacado de los mismos para la disposición final.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-057
	NEUTRALIZACIÓN DE ENVASES CON RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS	Versión : 00 Fecha aprob: 25/05/2018 Página : 2 de 3

Para el tratamiento de los recipientes con residuos químicos se requiere los siguientes instrumentos, reactivos y productos:

- ❖ Balde de 20 litros de capacidad
- ❖ Varilla metálica acerada
- ❖ Vaso o jarra graduada de 1000 ml.
- ❖ Campana extractora de gases corrosivos

Reactivos y productos

- ❖ Solución de NaOH al 15-20%
- ❖ Agua

6.2 Para el correcto llenado del formato de neutralización de residuos ácidos de botellas vacías de vidrio y/o plástico; se anotaran la cantidad de botellas, clasificando los de vidrio y plástico, su origen, la fecha de tratamiento y la entrega para su disposición final. Nombre del especialista que realiza el tratamiento, seguida de la firma.

6.3 Comentarios u observaciones: si se encuentran características no detalladas en la descripción anterior. Como por ejemplo la necesidad de poseer un container exclusivo para residuos procedentes del laboratorio de química analítica. Así mismo sugerencias para el mejor tratamiento de los residuos ácidos.

7. Instrucciones

No aplica

8. Duración

8.1 La duración del tratamiento de envases con residuos peligrosos depende de las dificultades que se presenten durante el trabajo, principalmente dentro de la campana extractora.

Considerando como tiempo aproximado de 4 horas para el tratamiento de 20 envases.


9. Diagramación

No aplica

10. Registros

10.1 DL-F-074 Registro de neutralización de envases con residuos químicos peligrosos



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-057
	NEUTRALIZACIÓN DE ENVASES CON RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS	Versión : 00 Fecha aprob: 25/05/2018 Página : 3 de 3

11. Glosario de Términos


- 11.1** Residuo peligroso: Según la Ley 27314 de residuos sólidos, define aquellos que por sus características, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente, generalmente pueden tener corrosividad, reactividad, toxicidad, auto inflamabilidad, etc.
- 11.2** Campana extractora: Dispositivo diseñado para evitar la exposición a sustancias peligrosas o nocivas, humos, vapores o polvos. Cumple con normas aerodinámicas.
- 11.3** Reutilizar: Se refiere a botellas de plástico tipo teflón, que pueden ser usadas nuevamente en el laboratorio.
- 11.4** Solución base 15-20%: Para preparar 20% conviene una regla de 3 simple: para el caso 40 gramos de NaOH; XX= 200 gramos de solvente.

12. Anexos

No aplica.

Aprobado por:	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
---------------	---



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-059
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X	Versión : 00 Fecha aprob: 30/04/2018 Página : 1 de 6

1. Finalidad

Definir secuencias y parámetros de operación del espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X, ZETIUM Minerals edition de PANalytical que está diseñado para la cuantificación multielemental de muestras geoquímicas en concentraciones de partes por millón (ppm) y porcentaje (%).

2. Alcance

El alcance se limita al funcionamiento y operación del espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X, Zetium Minerals edition de PANalytical.

3. Documentos a consultar

- 3.1 ZETIUM Guía de usuario.
- 3.2 Secuencia de encendido y apagado del Espectrómetro de fluorescencia de rayos X, ZETIUM Minerals edition de PANalytical.
- 3.3 Secuencia de optimización, calibración y medición de muestras desconocidas con el Espectrómetro de fluorescencia de rayos X, ZETIUM Minerals edition de PANalytical.


4. Requisitos

- 4.1 Se requiere que los operadores estén capacitados y entrenados para la operación del espectrómetro.
- 4.2 Se requieren autorizaciones de operación.

5. Responsabilidades

- 5.1 El Representante de la Dirección es responsable de revisar el procedimiento antes de su aprobación.
- 5.2 El Representante del Laboratorio es responsable de la verificación, supervisión y el cumplimiento de la aplicación del presente instructivo.
- 5.3 Los operadores deberán cumplir con cada uno de los lineamientos indicados en el presente instructivo para evitar cualquier tipo de incidentes relacionados con el funcionamiento y operación del Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.



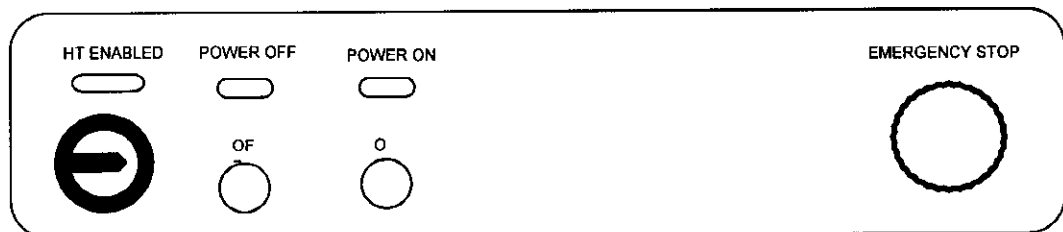
	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-059
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X	Versión : 00 Fecha aprob: 30/04/2018 Página : 2 de 6

6. Etapas del instructivo

A continuación se describe de manera secuencial cada una de las etapas o fases de funcionamiento y operación del espectrómetro, precisando en qué consiste cada fase e identificando las etapas de operación.

Las indicaciones consideradas en esta sección, son estrictamente indispensables para la ejecución del instructivo.

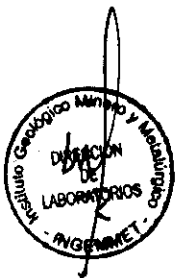
6.1 Reconocimiento del panel de control: Antes de encender el equipo, se debe reconocer los botones de control del hardware instalados en el equipo.



Botón ON.- Cuando se pulsa el botón ON, el equipo se enciende. En este estado, todos los sistemas del equipo, excepto el suministro de HT (Alta tensión) y la refrigeración de circuito cerrado del ánodo entran en funcionamiento.


Botón EMERGENCY STOP.- Al presionar el botón de Emergency STOP, la fuente de alimentación eléctrica del equipo se apaga de inmediato. Pulse este botón si existe una situación de emergencia o de inseguridad.

Antes de volver a encender el equipo, se debe desbloquear el botón de Emergency STOP. Para ello, se debe girar el botón hacia la derecha hasta que se desplace hacia afuera.



6.2 Encendido del espectrómetro:

- Encender y purgar el compresor de aire

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-059
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X	Versión : 00 Fecha aprob: 30/04/2018 Página : 3 de 6

- Encender el Chiller
- Encender el espectrómetro
- Encender el ordenador
- Iniciar SuperQ
- Conectar espectrómetro
- Generar vacío
- Encender del generador de alta tensión (HT)
- Esperar la estabilización de la temperatura
- Acondicionar el tubo generador de rayos X
- Realizar una copia de seguridad de la base de datos SuperQ


6.3 Resumen general de las mediciones:

- Insertar muestras en la posición de medición
- Insertar portamuestra en la posición de carga.
- Iniciar SuperQ
- Crear una aplicación
- Optimizar aplicación
- Calibrar aplicación
- Iniciar la medición utilizando la aplicación
- Visualizar resultados de medición
- Visualizar lista de resultados

6.4 Apagado del espectrómetro

- Apagar el tubo generador de rayos X
- Cambiar el medio
- Apagar el generador de alta tensión (HT)
- Desconectar el espectrómetro
- Apagar el espectrómetro
- Apagar el Chiller
- Cerrar *Spectrometer status*
- Cerrar *System Setup*



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-059
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X	Versión : 00 Fecha aprob: 30/04/2018 Página : 4 de 6

- Cerrar el *Main Menú* de SuperQ
- Apagar el ordenador
- Apagar el monitor

7. Instrucciones

No aplica

8. Duración

El tiempo de duración está en función a la Aplicación, la configuración seleccionada y la cantidad de muestras a medir.

9. Diagramación

No aplica.

10. Registros

10.1 Formato (Versión beta) - Verificación de parámetros de funcionamiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, ZETIUM Minerals edition de PANalytical.

11. Glosario de Términos

No aplica.

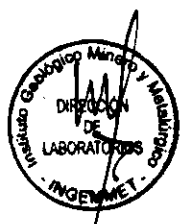
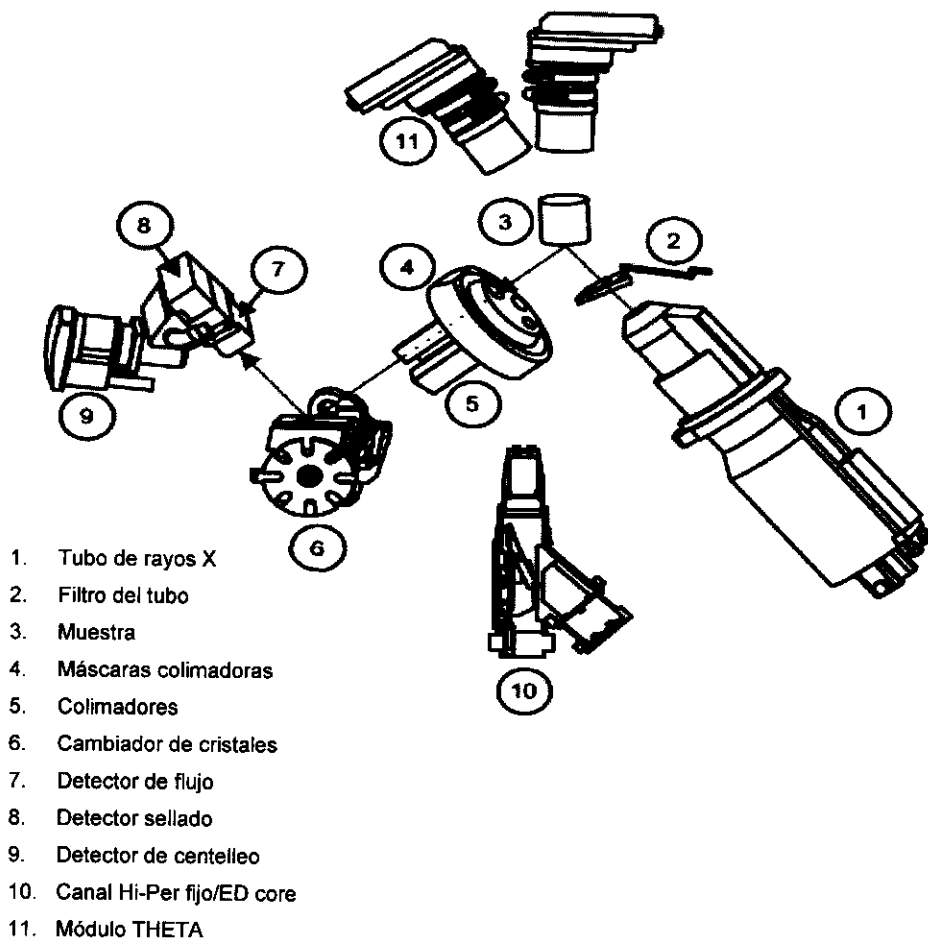
12. Anexos


12.1 Vista frontal del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, ZETIUM Minerals edition de PANalytical.



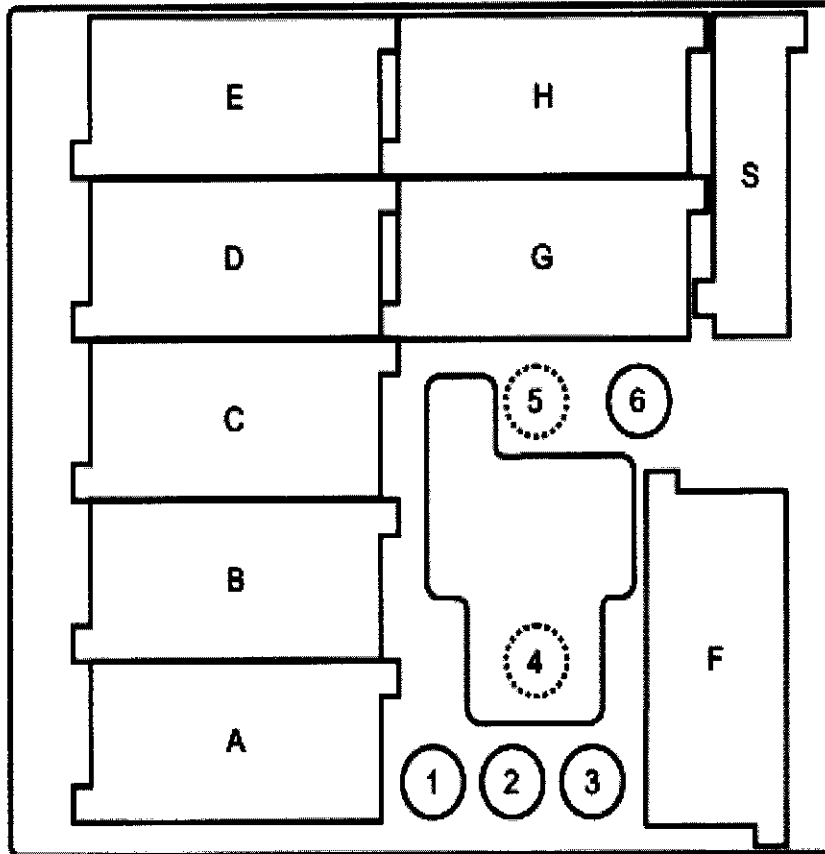


12.1 Diagrama del camino óptico



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-059
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X	Versión : 00 Fecha aprob: 30/04/2018 Página : 6 de 6

12.2 Diagrama de la disposición del cambiador de muestras




Posiciones de la bandeja de la A a la S

1. Posiciones de carga de prioridad
2. Posición de descarga
3. Posición de descarga
4. Posición de carga
5. Posición de medida
6. Posición de la herramienta de carga directa



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-060
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE PRENSA HIDRÁULICA	Versión : 00 Fecha aprob: 30/04/2018 Página : 1 de 3

1. Finalidad

Definir secuencias y parámetros de operación de la prensa hidráulica Atlas Autotouch 40Ton de Specac, diseñado para la preparación y acondicionamiento de muestras prensadas.

2. Alcance

El alcance se limita al funcionamiento y operación de la prensa hidráulica Atlas Autotouch 40Ton de Specac.

3. Documentos a consultar

3.1 Atlas Autotouch 40Ton Hydraulic Presses User Manual.

4. Requisitos

4.1 Se requiere que los operadores estén capacitados y entrenados para la operación de la prensa.

4.2 Se requieren autorizaciones de operación.

5. Responsabilidades

5.1 El Representante de la Dirección es responsable de revisar el procedimiento antes de su aprobación.


5.2 El Representante del Laboratorio es responsable de la verificación, supervisión y el cumplimiento de la aplicación del presente instructivo.

5.3 Los operadores deberán cumplir con cada uno de los lineamientos indicados en el presente instructivo para evitar cualquier tipo de incidentes relacionados con el funcionamiento y operación de la prensa hidráulica Atlas Autotouch 40Ton.

6. Etapas del instructivo

A continuación se describe de manera secuencial cada una de las etapas o fases de funcionamiento y operación del espectrómetro, precisando en qué consiste cada fase e identificando las etapas de operación.



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-060
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE PRENSA HIDRÁULICA	Versión : 00 Fecha aprob: 30/04/2018 Página : 2 de 3

Las indicaciones consideradas en esta sección, son estrictamente indispensables para la ejecución del instructivo.

6.1 Encendido de la prensa

- Presionar el botón de encendido

6.2 Configuración de parámetros

- Fijar parámetros de carga
- Fijar parámetros de velocidad de carga
- Fijar parámetros de tiempo de carga

6.3 Apagado de la prensa

- Presionar el botón de apagado

7. Instrucciones

No aplica

8. Duración

El tiempo de duración está en función a la Aplicación, la configuración seleccionada y la cantidad de muestras a preparar

9. Diagramación

No aplica.

10. Registros

No aplica.


11. Glosario de Términos

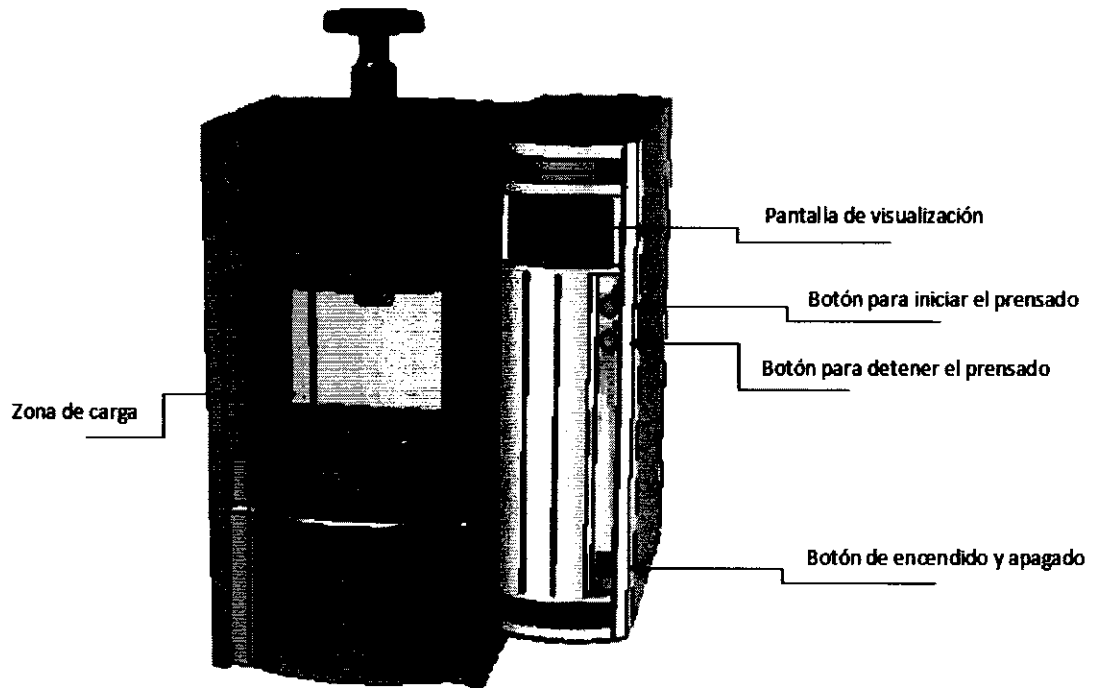
No aplica.

12. Anexos

12.1 Partes de la prensa




	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-060 Versión : 00 Fecha aprob: 30/04/2018
	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE PRENSA HIDRÁULICA	Página : 3 de 3



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



Prohibido reproducir sin la autorización del RD del INGEMMET

	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-061
	CONDICIONES DE OPERACIÓN DE ENCENDIDO DEL MEB	Versión : 00 Fecha aprob: 23/05/2018 Página : 1 de 4

1. OBJETIVO

Establecer el instructivo para definir los parámetros de operación del microscopio electrónico de barrido.

2. ALCANCE

El alcance contempla desde la verificación de las condiciones previo al encendido del equipo hasta el encendido del microscopio electrónico del barrido.

3. DOCUMENTOS A CONSULTAR/BASE LEGAL

3.1 Manual del Microscopio Electrónico de Barrido ZEISS Modelo EVO MA15

4. REQUISITOS

- 4.1. Se requiere que los especialistas estén capacitados y entrenados para la operación y manejo del microscopio electrónico de barrido.
- 4.2. Se requieren autorizaciones de operación.

5. RESPONSABILIDADES


- 5.1 El Profesional Especialista en Estudios de Microscopía Electrónica de Barrido encargado de hacer el estudio mediante el MEB, al iniciar el encendido del equipo debe verificar las condiciones con la se da inicio al uso del MEB, en este sentido utiliza el formato de Verificación Diaria de Condiciones del MEB: DL-F-079.
- 5.2 El Responsable del Laboratorio, se encarga de verificar el llenado de estos datos de manera semana como monitoreo del funcionamiento del MEB.

6. ETAPAS DEL INSTRUCTIVO

- 6.1. Para el correcto llenado del formato de Verificación Diaria de Condiciones del MEB: DL-F-079, se anotarán los datos del usuario (profesional especialista), la fecha, hora de ingreso y al finalizar el uso la hora de salida.
- 6.2. **Condiciones del equipo**

Se procede a verificar el estado inicial del equipo previo al encendido, y una vez que se termine de utilizar el MEB, anotar las condiciones de salida. Para la verificación de las condiciones previo al encendido del equipo utilizar los siguientes parámetros:



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-061
	CONDICIONES DE OPERACIÓN DE ENCENDIDO DEL MEB	Versión : 00 Fecha aprob: 23/05/2018 Página : 2 de 4

VACÍO

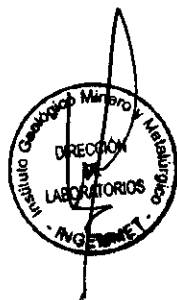
- ❖ **Sistema de Vacío / System Vaccum:** Colocar el valor del vacío cuando se enciende el filamento. Para las condiciones estándar de trabajo se sugiere tener un vacío de $4.55 \text{ e-}007 \text{ mbar}$, sin embargo se puede trabajar a diferentes condiciones de vacío dependiendo del tipo de muestra o los detectores con la cual se requieran utilizar.
- ❖ **Vacío del Cañón / Gun Vaccum:** Colocar los valores del vacío del cañón previo al encendido del filamento. Para las condiciones óptimas de trabajo se espera tener un vacío del cañón de $6.25 \text{ e-}008 \text{ mbar}$, sin embargo con el tiempo de vida del filamento LaB_6 y las muestras analizadas este vacío se va perdiendo, pudiendo llegar hasta $9.00 \text{ e-}007 \text{ mbar}$ como condiciones mínimas de trabajo.
- ❖ **Vacío de la cámara / Chamber Vaccum:** Se puede iniciar con valores de $5.00 \text{ e-}005 \text{ mbar}$, sin embargo las condiciones estándar en un modo de trabajo de alto vacío y muestras conductoras se recomienda trabajar con un vacío de cámara de $4.55 \text{ e-}007 \text{ mbar}$, sin embargo dependerá del tipo de muestra o tipo de estudio que se realice el hecho de tener diferentes condiciones de vacío.


VERIFICACIÓN DEL HAZ:

- ❖ **IProbe (1.3nA):** La condición estándar para realizar análisis por EDS es de 1.3 nA , sin embargo este valor puede subir o bajar dependiendo el tipo de muestra, elemento a analizar o detector de uso.
- ❖ **Fill I (1.880 A x defecto-máximo 1.900 A):** Las condiciones de trabajo óptimas indican que el filamento de LaB_6 debe trabajar en 1.880 A , si se varían bruscamente los parámetros, se puede acortar la vida útil del filamento. Llegar a 1.900 A es considerado caliente para el filamento.
- ❖ **EHT (20 kV):** Es la condición inicial para encender el MEB, bajo estas condiciones se debe alinear el filamento. Este parámetro se puede variar para trabajos con muestras no conductoras o tipos de análisis mediante el EDS. Cabe resaltar que el análisis estándar con el EDS debe realizarse con 20 kV , sin embargo dependiendo de los elementos a analizar este variar.

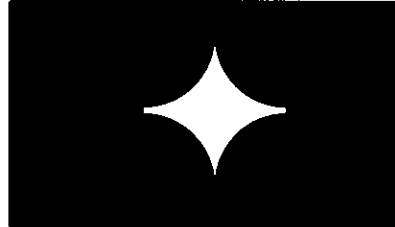
CHECK LIST PARA ENCEDIDO DEL EQUIPO:

- ❖ **Verificar si la platina está inicializada:** Revisar en el EMServer si la platina se encuentra inicializada.
- ❖ **Verificar si el tamaño de apertura (Aperture size) coincide con la apertura del equipo.**
- ❖ **Encendido del filamento:** Esperar a que la alta tensión se vuelva verde



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-061
	CONDICIONES DE OPERACIÓN DE ENCENDIDO DEL MEB	Versión : 00 Fecha aprob: 23/05/2018 Página : 3 de 4

- ❖ **Verificar si el panel está activado:** Probar los controles del panel si responden a los movimientos.
- ❖ **Verificar si el filamento está centrado y el haz centrado:** Seguir los siguientes pasos:



- ✓ **Modo Emission:** Se verifica si el filamento está centrado:
 - ❖ Verificar Shift: Centrado del campo grande
 - ❖ Verificar Tilt: Centrado del haz
- ✓ **Modo normal**
 - ❖ Se termina de centrar con el Tilt.

- ❖ **Verificar que la imagen del Wooble no se mueva:** Activar el focus Wobble (Panel de Control o en el software Aperture, y utilizar en el panel Aperture X e Y, en su defecto en la parte física mover las aperturas.
- ❖ **Verificar el astigmatismo:** Activar el Astigmatism (Panel de Control o en el software Astigmatism), y utilizar en el panel X e Y, en su defecto en el software mover en X e Y.

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:

- ❖ Si sucede algo anormal con el equipo que no esté contemplado en el presente instructivo, indicar para llamar a los técnicos de servicio para su revisión.


FIRMA DE CONFORMIDAD:

- ❖ Al finalizar el usuario, firma el formato DL-F-079 como responsabilidad del estado final en que se deja el equipo.

7. INSTRUCCIONES

No aplica



	INSTRUCTIVO	Código : DL-I-061
	CONDICIONES DE OPERACIÓN DE ENCENDIDO DEL MEB	Versión : 00 Fecha aprob: 23/05/2018 Página : 4 de 4

8. DURACIÓN

La duración del estudio dependerá de las dificultades que se presenten en el análisis de la muestra, considerando como tiempo aproximados por muestra en la siguiente tabla.

Tabla 01. Tipo de análisis por condición de muestra

Condición de la muestra	Preparada	Sin preparar
Análisis de imagen	1 día	Agregar al tiempo de análisis la preparación mostrada en el cuadro de abajo.
Microanálisis puntual, lineal	2 días	
Microanálisis areal	4 días	
Análisis de fases	5 días	

Tabla 02. Tiempos por tipo de preparación.

Tipo de Preparación	Tiempo
Recubrir	3 horas
Preparar sección	De 1 día a 2 dependiendo el tipo de sección.
Tamizado	1 día

9. DIAGRAMACIÓN

No aplica

10. REGISTROS


10.1. DL-F-079: Verificación diaria de Condiciones del MEB.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS


No aplica

12. ANEXOS

No aplica

Aprobado por :	 Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	--



	MANUAL	Código : DL-M-007 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DE PLOTTER HP DESIGNJET 4000PS	Página : 1 de 7

COPIA CONTROLADA N°	
ASIGNADA A:	

1. OBJETIVO

El presente manual tiene como objetivo estandarizar el procedimiento seguido para la utilización del Plotter HP Designjet 4000ps.

2. ALCANCES

Se aplica a los productos solicitados al Laboratorio de Teledetección, por los clientes internos y externos, en la impresión de composiciones de color y/o productos a partir de imágenes multi-espectrales (Ref.: DL-M-002, DL-M-003, DL-M-004, DL-M-005 y DL-M-006).

3. DESARROLLO DEL MANUAL

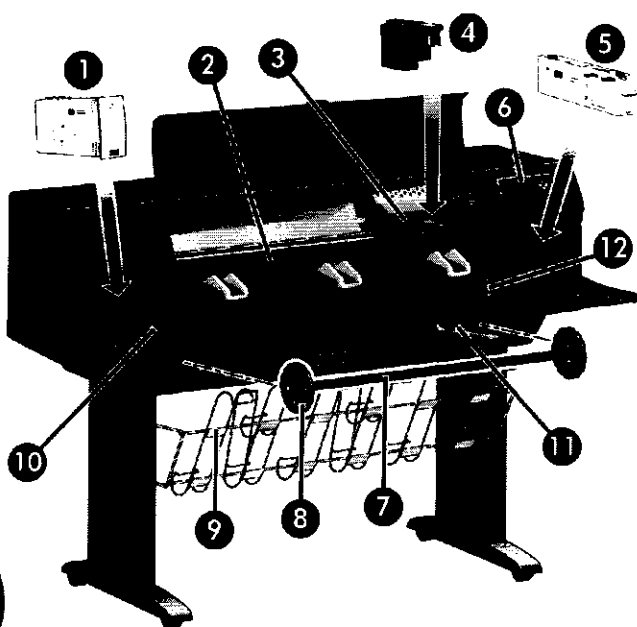
3.1. EQUIPO

El equipo utilizando es el Plotter HP Designjet 4000ps (Ref.: DL-M-007)

3.2. COMPONENTES PRINCIPALES DEL PLOTTER

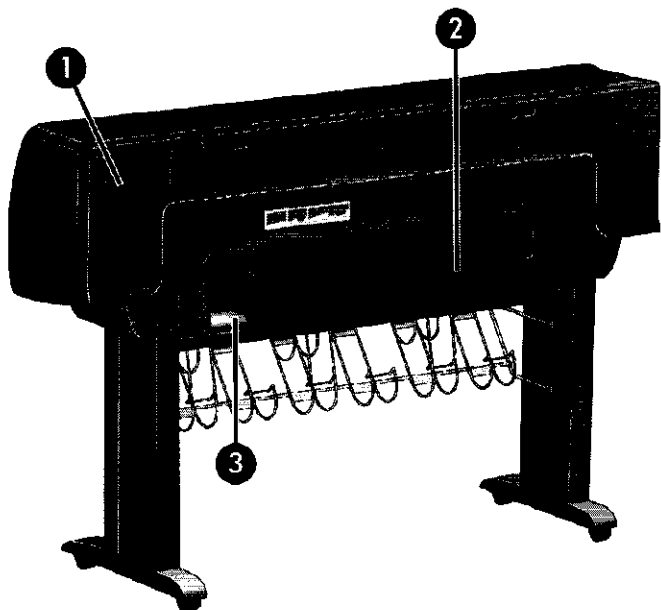
Las siguientes vistas frontal y posterior ilustran los principales componentes:

3.2.1. VISTA FRONTAL



1. Cartucho de tinta
2. Rodillo
3. Transporte del cabezal de impresión
4. Cabezal de impresión
5. Limpiador de cabezal
6. Panel Frontal
7. Eje
8. Tope de papel celeste removible
9. Papelera
10. Gaveta de cartucho de tinta
11. Palanca del eje
12. Palanca de carga de papel

3.2.2. VISTA POSTERIOR



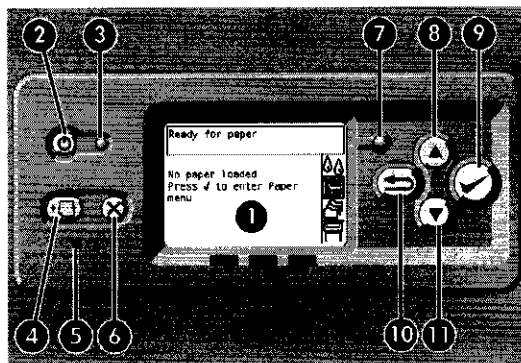
1. Soporte de guía rápida de referencia
2. Socket de poder y switch de encendido/apagado
3. Socket para cable de comunicación y accesorios opcionales

3.3. PANEL FRONTAL


El panel frontal del plotter se encuentra en la parte frontal de la impresora, en el lado derecho. Tiene las siguientes funciones importantes:

- Se debe utilizar para realizar determinadas operaciones, tales como carga y descarga de papel.
- Puede mostrar información actualizada sobre el estado de la impresora, los cartuchos de tinta, los cabezales de impresión, el papel, los trabajos de impresión, etc.
- Puede servir de guía en el uso de la impresora.
- Muestra advertencias y mensajes de error cuando sea necesario.

El panel frontal tiene los siguientes componentes



1. El área de visualización, donde la información, los iconos y menús se muestran.
2. La tecla de encendido y apagado del plotter. Si la impresora está en modo de reposo, este botón reinicia el equipo.

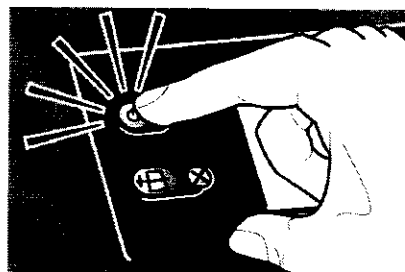
	MANUAL	Código : DL-M-007 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DE PLOTTER HP DESIGNJET 4000PS	Página : 3 de 7

3. La luz de encendido está apagado cuando la impresora está apagada, de color ámbar cuando la impresora está en modo de reposo, de color verde cuando la impresora está encendida, de color verde y parpadea cuando la impresora está en transición entre apagado y encendido.
4. El botón **Avance de Hoja y Corte** normalmente expulsa la hoja (en caso de una hoja cargada) o avanza y corta el rollo (si es un rollo está cargado). Sin embargo, si la impresora está esperando a tener más páginas para imprimir, este botón cancela el tiempo de espera e imprime las páginas disponibles de inmediato.
5. El botón **Reset** reinicia el plotter (como si se tratara de apagarse y encenderse de nuevo). Se necesita un instrumento con una punta estrecha para operar el botón Reset.
6. El botón **Cancelar** cancela la operación actual. A menudo se utiliza para detener el trabajo de impresión en curso.
7. La luz de estado está apagado cuando la impresora no está lista para imprimir: puede ser apagado o en modo de reposo. Es de color verde cuando la impresora está lista y espera, de color verde y parpadea cuando la impresora está ocupada, de color ámbar cuando un error interno grave ha ocurrido, ámbar y parpadea cuando espera atención humana.
8. El botón **Arriba** mueve hacia el elemento anterior en una lista o aumenta el valor numérico.
9. El botón **Selección** se selecciona el elemento que se encuentra iluminado.
10. El botón **Atrás** vuelve al menú anterior. .
11. El botón **Abajo** mueve hacia el siguiente elemento de una lista, o disminuye un valor numérico.

Para seleccionar un elemento en el panel frontal, pulse el botón **Arriba** o **Abajo** hasta que el elemento se resalta. Para seleccionar un elemento en el panel frontal, primero selecciónelo y pulse el botón **Selección**.


3.4. PRENDIDO Y APAGADO

manera normal y recomendada para prender y apagar el plotter es mediante el uso del botón de encendido del panel frontal



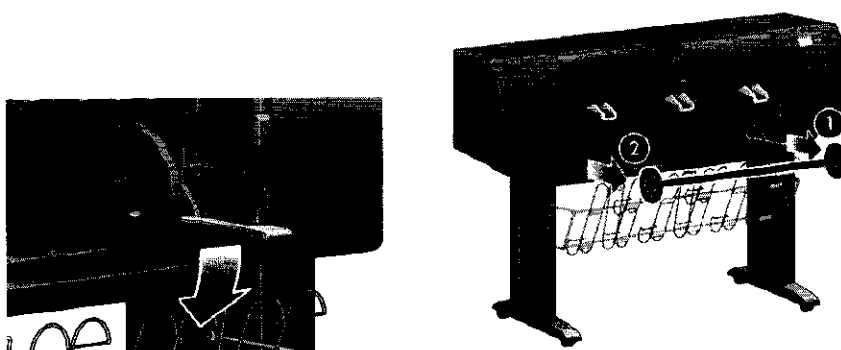
Al apagar de esta forma los cabezales de impresión se guardan automáticamente con los, cabezales de limpieza, lo que impiden que se sequen.

Si no se utilizara el plotter por un lapso largo de tiempo (por ejemplo un día o más) se recomienda apagarlo con el botón de encendido del panel frontal, y luego también apagar con el interruptor en la parte posterior.

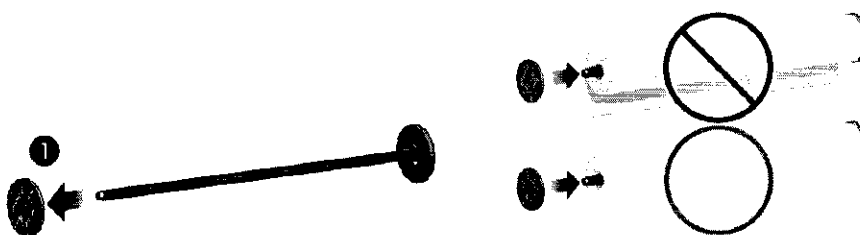
	MANUAL	Código : DL-M-007 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DE PLOTTER HP DESIGNJET 4000PS	Página : 4 de 7

3.5. CARGA DE UN ROLLO DE PAPEL EN EL PLOTTER

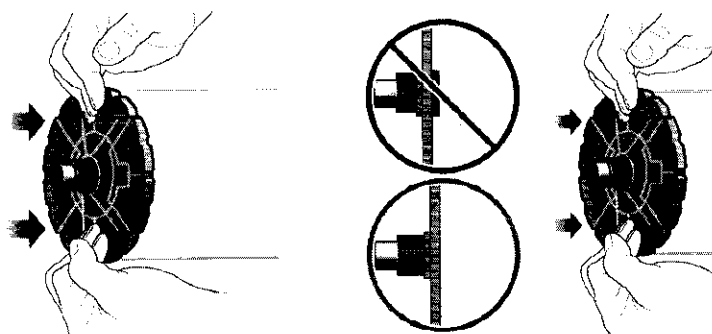
1. Asegurarse que las ruedas de la impresora estén bloqueadas (las palancas de frenos estén hacia abajo) para evitar que el plotter se mueva.
2. Bajar la palanca del eje y retire el extremo derecho del eje (1) del plotter, luego pasar al extremo derecho con el fin de extraer el otro extremo (2). No introduzca los dedos en los soportes del eje durante el proceso de remoción.




3. Retirar el tope celeste (1) del extremo izquierdo del eje. Deslice el nuevo rollo en el eje. Asegurarse de que el papel del rollo este orientado como se muestra. Si no es así, extraiga el rollo, girarla 180 grados y vuelva a cargarlo en el eje.

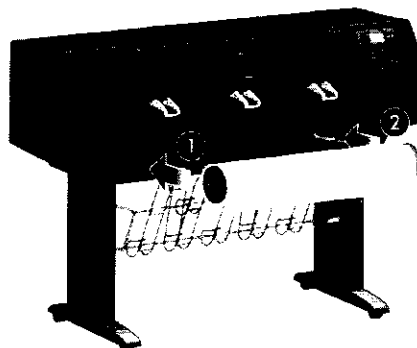



4. Colocar el tope celeste en el extremo superior del eje, y empujarlo hacia el final del rollo y asegurarse de que el tope celeste es empujado en la medida que se pueda, sin necesidad de utilizar fuerza excesiva.



	MANUAL	Código : DL-M-007 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DE PLOTTER HP DESIGNJET 4000PS	Página : 5 de 7

- Con el tope celeste al lado izquierdo, deslice el eje en el plotter a la izquierda y luego a la derecha como indican las flechas 1 y 2.

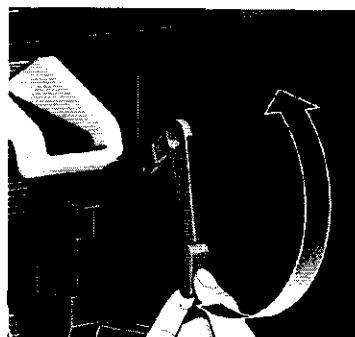


- Para asegurarse de que el extremo derecho del eje este en su lugar, verifique que la palanca del eje se encuentra en su primera posición (horizontal). Puede mover la palanca si es necesario.
- En el panel frontal del plotter, seleccione el icono , luego Rollo → Nuevo Rollo
- En el panel frontal se muestran todos los tipos de papel, seleccione el que se utilizara.

NOTA:


El tipo de papel que seleccione debe coincidir con el tipo de papel del rollo que se esté utilizando, para optimizar el uso de tinta en el proceso de impresión.

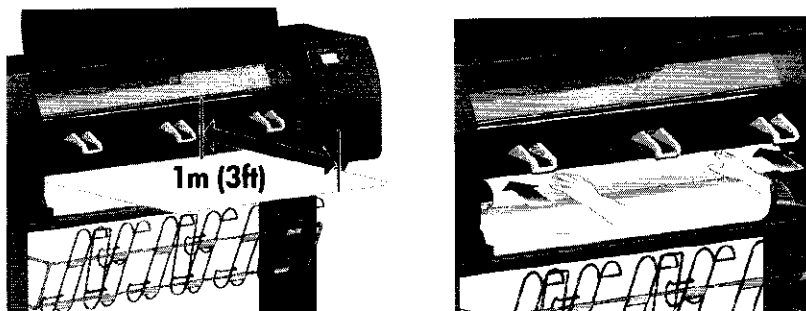
- Espere hasta que el panel frontal le pida que abra la ventana Levante la palanca de carga de papel



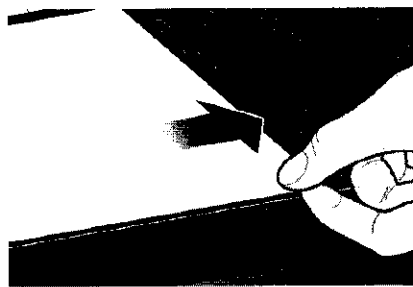
- Jale aproximadamente 1 metro (3 pies) de papel e Inserte con cuidado el borde del rollo sobre el rodillo negro hasta hasta que el papel salga del plotter como se muestra a continuación



	MANUAL	Código : DL-M-007 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DE PLOTTER HP DESIGNJET 4000PS	Página : 6 de 7




11. Alinear el borde del papel con la línea y semicírculo celeste al lado derecho del plotter, luego cuando el papel este correctamente alineado con la línea y semicírculo celeste, baje la palanca de carga de papel.




12. El panel frontal le solicita enrollar el exceso de papel en el rollo
13. Enrolle el exceso de papel en el rollo. Utilice el tope de papel para enrollar en la dirección indicada.
14. Baje la ventana.
15. El panel frontal de nuevo pide que enrolle el exceso de papel.
16. El panel frontal muestra el mensaje "Preparada" y el plotter está listo para imprimir.

3.6. CARGA DE UNA HOJA DE PAPEL EN EL PLOTTER

1. En el panel frontal del plotter, seleccione el icono , luego Hoja → Nueva Hoja
2. En el panel frontal se muestran todos los tipos de papel, seleccione el que se utilizara.
3. Espere hasta que el panel frontal le pida que abra la ventana y levante la palanca de carga de papel
4. Inserte el papel en el plotter como se muestra abajo hasta que el papel salga del plotter como se muestra a continuación



	MANUAL	Código : DL-M-007 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DE PLOTTER HP DESIGNJET 4000PS	Página : 7 de 7

NOTA:

El plotter HP DesignJet 4000ps acepta tamaños de papel A3 como formato mínimo.

5. Jale la hoja desde la parte superior para alinear el borde del papel con la línea y semicírculo celeste al lado derecho del plotter

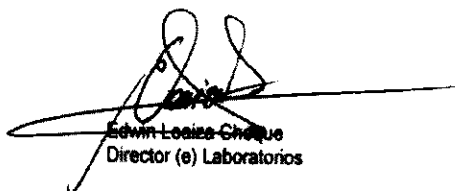



6. Baje la ventana
7. Baje la palanca carga de papel
8. Si el papel se ha cargado correctamente, el panel frontal muestra el mensaje "Preparada" y el plotter estará listo para imprimir. Si algo está mal (por ejemplo: papel mal alineado), siga las instrucciones del panel frontal.

3.7. BIBLIOGRAFÍA

- 3.7.1 HP Designjet 4000 and 4000ps Printer, User's Guide




Edwin Loiza Choque
Director (e) Laboratorios

	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTRORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 1 de 11

COPIA CONTROLADA N°	
ASIGNADA A:	

1. OBJETIVO

El presente manual tiene como objetivo estandarizar el procedimiento seguido para la utilización del Espectroradiómetro FieldSpec 4 Hi-Res.

2. ALCANCES

Se aplica a los procesos recolección de firmas espectrales, tanto en gabinete como en campo utilizando el espectroradiómetro FieldSpec 4 Hi-Res.

3. DESARROLLO DEL MANUAL

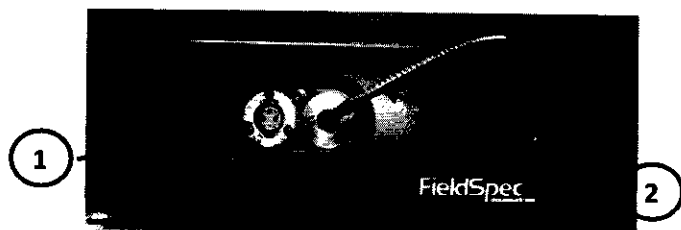
3.1. EQUIPO

El equipo utilizando es el Espectroradiómetro FieldSpec 4 Hi-Res.

3.2. COMPONENTES PRINCIPALES DEL ESPECTRORADIÓMETRO

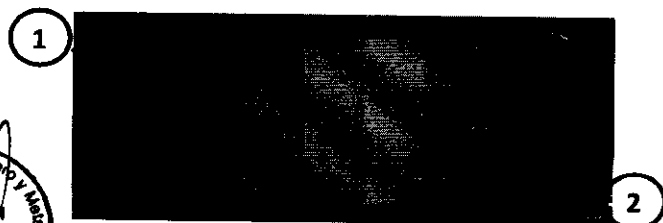
Las siguientes vistas ilustran los principales componentes:

3.2.1. VISTA FRONTAL




1. Puerto de alimentación para accesorios.
2. Fibra óptica

3.2.2. VISTA POSTERIOR

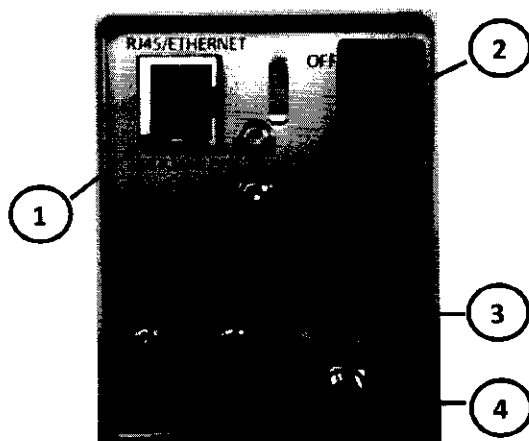


1. Datos del equipo
2. Panel posterior



	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTRORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 2 de 11

3.2.3. PANEL POSTERIOR



1. Puerto Ethernet para conectarse al ordenador.
2. Switch de encendido/apagado
3. Puerto de servicio (sólo para ASD)
4. Puerto de alimentación

3.3. REQUERIMIENTOS DE SISTEMA

3.3.1. Requisitos del ordenador

- Procesador de 1 GHz o superior
- Memoria RAM de 512 MB o superior
- Espacio libre en el disco duro de 600 MB o superior
- Resolución grafica de 800x600 o superior
- Color de 24-bit o mejor (recomendado 32-bit)
- Interface Ethernet 10/100 Base-T.
- Adaptador Ethernet inalámbrica (Wi-Fi): PCMCIA, USB o integrado que sea compatible con el estándar 802.11g
- (Opcional) puerto de comunicaciones serie (RS-232 COM, Bluetooth ® o USB) (sólo es necesario si se utiliza un GPS).

3.3.2. Requisitos de software


- Microsoft® Windows® XP, Vista, o Windows 7®
- Software de adquisición espectral RS³ de ASD.

3.4. RECOLECCION DE ESPECTROS

3.4.1. Configuración del Instrumento

- Conecte el cable de alimentación a la parte posterior del instrumento (tornillo en el puerto) y a una toma eléctrica.
- Si desea conectar al instrumento mediante un cable con un cable, conéctalo al puerto Ethernet del ordenador y en el panel posterior del instrumento:
 - ✓ La ubicación del puerto Ethernet varía en los ordenadores.
 - ✓ Si desea utilizar la comunicación inalámbrica entre el instrumento y el ordenador, no conecte el cable.



	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTRORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 3 de 11

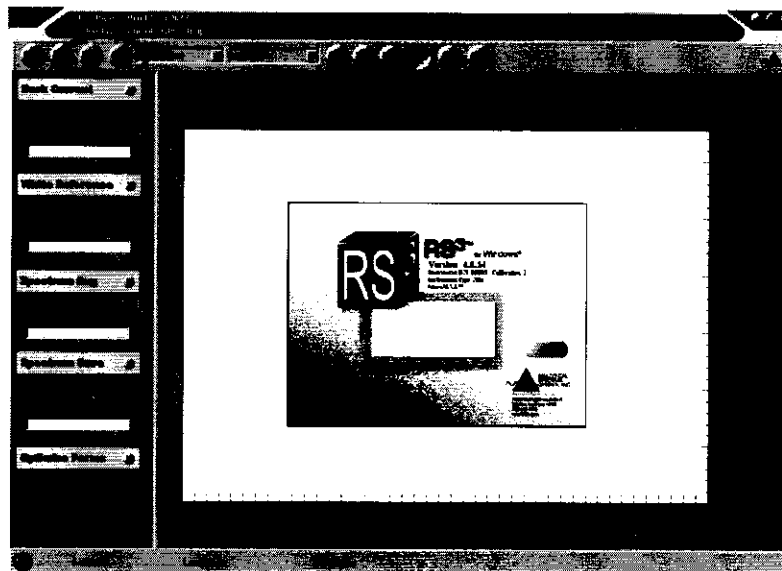
- Conecte el cable de alimentación una toma eléctrica o una batería.
- Si está utilizando un accesorio de fuente de luz, conéctelo al conector de alimentación auxiliar y al cable de fibra óptica.
- Si está utilizando la pistol grip o disparador remoto, conectarlos ahora.
- Encender el instrumento.
- Si se utiliza un accesorio de fuente de luz opcional, encenderlo.
- Deje que el aparato se caliente durante al menos 15 minutos.
- Encienda el ordenador

3.4.2. Configuración del software y almacenamiento de espectro

Después de iniciar el software RS3™, debe optimizar y establecer un blanco de referencia. A continuación, puede recolectar y guardar los espectros.

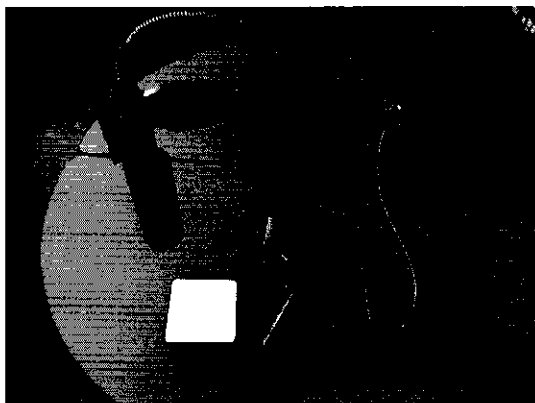
Para configurar el software y guardar espectros:

- Inicie el software RS3™.



- Apunte el extremo del cable de fibra óptica en el panel de referencia Spectralon® y manténgalo en esa posición.

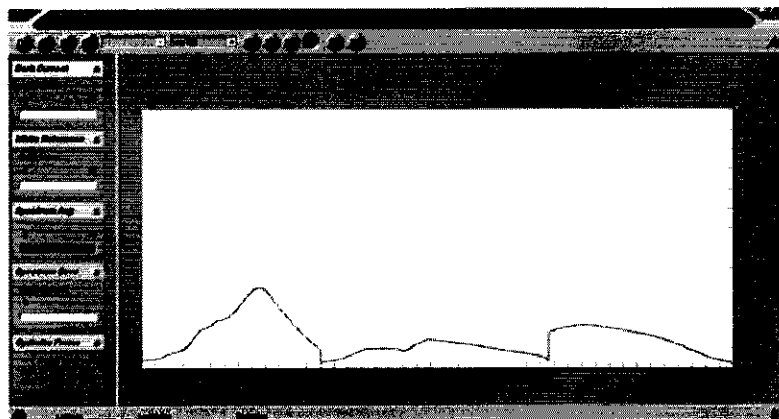





- Haga click **Opt** para optimizar el instrumento, la optimización se completa cuando la barra de progreso Spectrum Avg se reanuda.
- Haga click en **WR** para tomar un blanco de referencia. El proceso se completa cuando la barra de progreso Spectrum Avg se reanuda
- Apuntar el extremo del cable de fibra óptica en la muestra y mantenerla hasta que se haya recolectado los espectros.

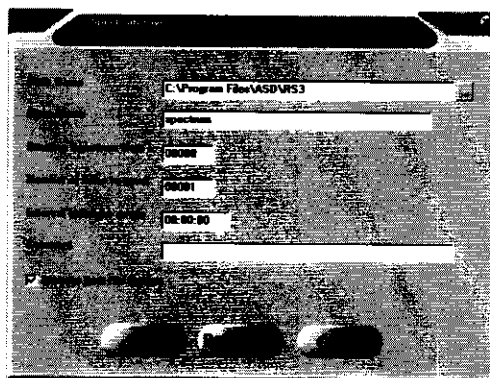


- El espectro de la muestra que se esta analizando se mostrara en la ventana del RS3™.



	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTRORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 5 de 11

- Seleccionar Control → Spectrum Save



- Ubique el lugar donde se guardara el espectro e introducir un nombre de archivo
- Siga uno de estos procedimientos:
 - ✓ Para guardar la configuración en el ventana Spectrum Save, pero no guarda ningunas espectros, haz clic en OK. A continuación, utilice la barra espaciadora del ordenador guardar espectros.
 - ✓ Para empezar espectros de inmediato, haga clic en Begin Save.

3.4.3. Opciones para la recolección de espectros

Se puede utilizar varios accesorios para ayudar en la recolección de espectros, dependiendo de sus necesidades. Se puede utilizar el disparador remoto con cualquiera de los métodos de recolección.

Se puede recolectar espectros de las siguientes maneras:

- Sin ningún tipo de accesorio: utilice el cable de fibra óptica por sí mismo, sin ningún tipo de accesorio que se le atribuye, utilizando la luz ambiente.
- Pistol grip: proporciona una manera cómoda de sostener y dirigir el cable de fibra óptica para recoger espectros utilizando la luz ambiente.
- Accesorios de fuentes de luz: Proporcionar fuentes de luz para recolectar espectros. Para obtener más información.
- Fore óptica: Limitar el campo de visión para la recolección de espectros. Para obtener más información
- Disparador remoto: proporciona una manera de iniciar la recogida de espectros sin necesidad de utilizar el teclado en el ordenador


3.4.3.1. Utilizando la Pistol grip

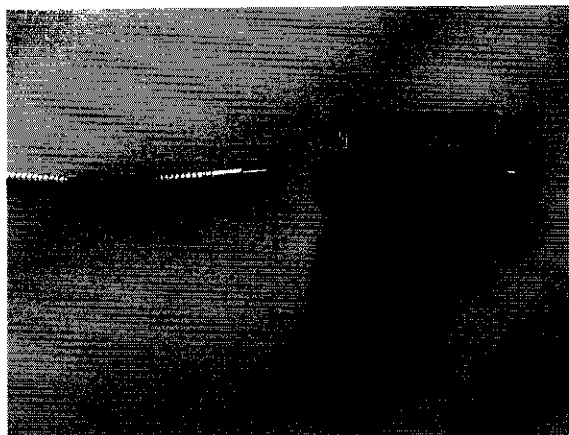
La pistol grip es una forma cómoda de sostener y dirigir el cable de fibra óptica, viene de fabrica con el instrumento y tiene un campo de visión 25 °.

Para usar la pistol grip:

1. Inserte el cable de fibra óptica a través del resorte de descarga de tensión



	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTRORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 6 de 11

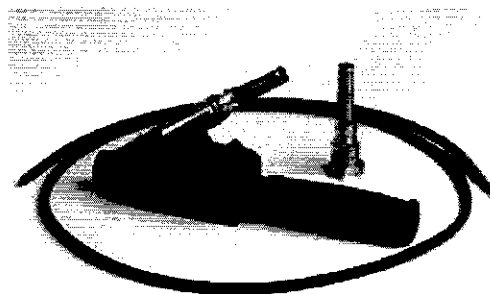


2. Inserte el cable de fibra óptica hasta el final a través de la empuñadura de la pistola hasta que haga clic.
 - Asegúrese de que la fibra óptica está totalmente asentado en la nariz de la pistol grip.
3. Si es necesario, apriete suavemente el tornillo de fijación en la parte superior de la pistol grip con un destornillador de punta plana de 1/8 ".
 - Apriete el tornillo de ajuste sólo lo suficiente para mantener la fibra óptica en su lugar.

3.4.3.2. Utilizando accesorios de fuentes de luz

Se puede utilizar accesorios de fuente de luz, como la sonda de contacto u otro accesorio ASD compatible con el instrumento.


Utilice el puerto de alimentación auxiliar en la parte frontal del instrumento para conectar los accesorios.



3.4.3.3. Utilizando la Fore óptica

Existen accesorios ópticos delanteros para satisfacer una variedad de necesidades de aplicaciones, incluyendo:

- Lentes que limitan el campo de visión de 1 ° a 25 °.
- Calibración radiométrica para mediciones de radiancia (W/m²/sr/nm).

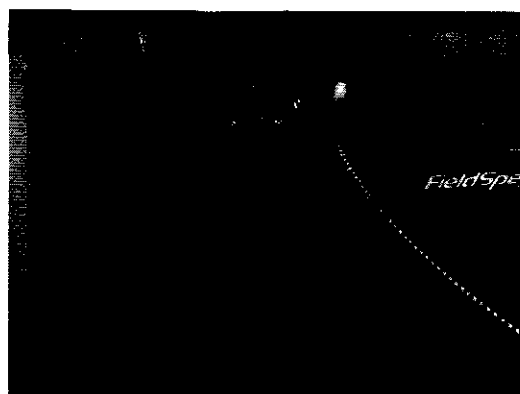
	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 7 de 11



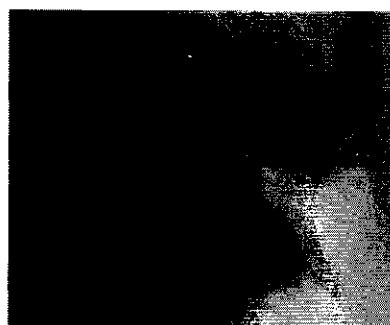
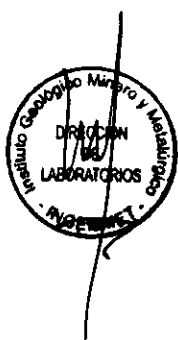
3.4.3.4. Utilizando el disparador remoto


Un disparador remoto viene con el instrumento que le permite guardar espectros sin presionar la barra espaciadora en el ordenador (el método normal de guardado de espectros). Esto es conveniente cuando se tiene las dos manos que sostienen la muestra y el cable de fibra óptica. Puede conectar el disparador remoto a la pistol grip y guardar espectros pulsando el botón del disparador. Para utilizar el disparador remoto:

1. Conectar el cable del disparador remoto al instrumento.



2. Utilice velcro para fijar el disparador remoto al pistol grip.



	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 8 de 11

3. Al recolectar espectros, pulse el botón de disparador para guardar los espectros, en lugar de pulsar la barra espaciadora en el controlador del instrumento.
- Los LED del disparador son lo suficientemente brillante para ser visto incluso en un día soleado. La luz LED cuando el disparador se presiona (brevemente) y se apagará cuando la captura se ha completado.

3.5. LLEVAR EL INSTRUMENTO A CAMPO

El instrumento se suministra con un soporte portátil y la mochila que permiten llevar todo el equipo que se necesita para recolectar espectros en el campo.

Para utilizar el instrumento de esta manera, debe completar las siguientes tareas:

1. Coloque el instrumento en la mochila
2. Ajuste las correas de la mochila

3.5.1. Uso del soporte portátil

El soporte portátil permite llevar el ordenador en el campo a medida que se recolecte espectros. Se puede utilizar de las siguientes maneras:


- Con la correa para el cuello, el soporte portátil puede sostener el ordenador sin la mochila cuando dos personas operan el equipo.
- Sin la correa para el cuello, se puede conectar el soporte portátil directamente a las correas de hombro de la mochila para que una persona opere el instrumento.

3.5.2. Configuración del soporte portátil de ordenador para utilizar por primera vez

Para fijar el soporte portátil de ordenador realizar las siguiente acciones:

1. Póngase la mochila y ajuste el cinturón y las correas de los hombros para mayor comodidad.
2. Separe el soporte portátil de la correa para el cuello y adjuntarlo a as correas de hombre de la mochila.



	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTORRADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 9 de 11

3. Ajuste las correas del soporte portátil para la comodidad y la ubicación.
 4. Coloque el ordenador en el soporte portátil y observar su ubicación.
- Determinar donde colocar el ordenador en el soporte portátil para y permitir el uso confortable del teclado.

3.5.3. Utilizando la Mochila

Se puede utilizar el instrumento en la mochila con ambas manos. Determine qué lado desea utilizar para la recolección de espectros con el cable de fibra óptica ya que el otro lado se necesita para escribir en el teclado y manejar las muestras.

Es posible que desee configurar el aparato con el cable de fibra óptica en el lado de su mano no dominante y mantenga su mano dominante libre para otras tareas, como escribir con una sola mano.


Para utilizar el equipo en la mochila:

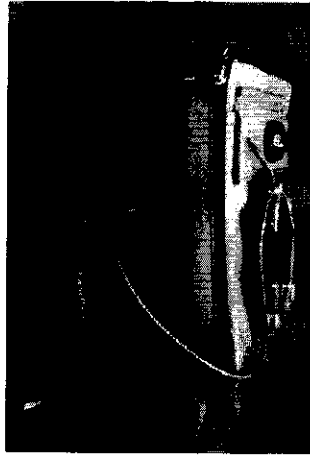
1. Coloque la mochila sobre una superficie plana con las correas de los hombros hacia abajo.
2. Determine qué lado desea utilizar para el cable de fibra óptica y orientar el instrumento en la mochila con el cable de fibra óptica en ese lado.
3. Cierre los cinco conectores de correa para asegurar el instrumento en la mochila



4. Si está utilizara el carrete para fibra óptica, pase el cable de fibra óptica por el carrete y conéctelo a la mochila de las siguientes maneras:
 - Con el velcro a la parte posterior de la mochila. Si es necesario, puede ejecutar el cable de fibra óptica a través del bucle en una de las bolsas de la batería. La correa de la cadera de la mochila tiene una bolsa de baterías en cada lado.



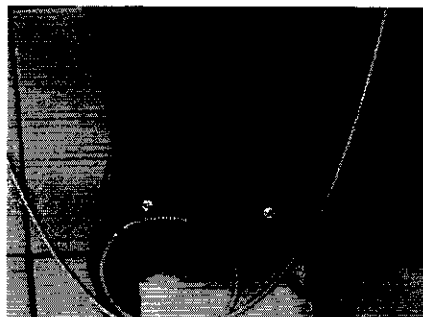
	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTRORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 10 de 11




- Con broches a la bolsa de la batería.



- Si el cable de fibra óptica es corto, puede ir directamente desde el instrumento a través del bucle en la bolsa de la batería.

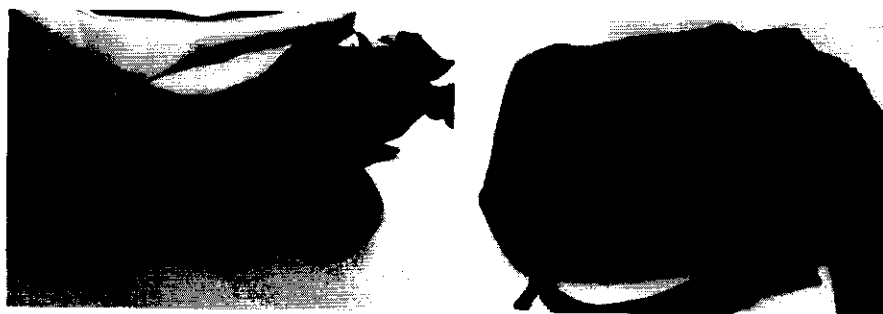


5. Coloque la batería dentro de la bolsa en el lado opuesto de la mochila donde se encuentra el cable de fibra óptica.
6. Fije el soporte portátil en los correas de la mochila.
7. Coloque el ordenador sobre el soporte portátil,

	MANUAL	Código : DL-M-008 Versión : 00 Aprobado por : DL Fecha aprob : 30 ENE. 2013
	MANUAL DE USO DEL ESPECTRORADIÓMETRO FIELDSPEC 4 HI-RES	Página : 11 de 11

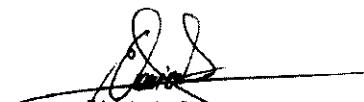
3.5.4. Proteger el instrumento del mal tiempo

1. La mochila tiene un bolsillo interior pequeño en la parte superior que tiene una faldilla posterior. La faldilla es resistente al agua pero no impermeable
2. Con mal tiempo, colocar el ordenador en el compartimiento de la parte exterior de la mochila. Apague el instrumento y el ordenador.
3. A continuación, tire de la faldilla de su compartimiento y cubra la mochila.



3.6. BIBLIOGRAFÍA

3.6.1 FieldSpec 4 User Manual, ASD Document 600979, Rev. B, Junio 2012


Edwin Loaise Chéque
Director (e) Laboratorios



1. Objetivo

Determinar cuantitativamente la concentración de Hierro (II) en una muestra de roca por titulación redox con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$, agente oxidante), después de un pre-tratamiento de la muestra con ácido sulfúrico y fluorhídrico (H_2SO_4 y HF) y posterior extracción del Fe(II) con una solución disolvente de ácido bórico.

2. Principio del Método y Alcance

Este método usará la técnica de titulación oxidación-reducción (redox) con dicromato de potasio (agente oxidante) como agente titulante y el indicador Difenilamina, para la determinación de hierro (II).

La determinación de hierro (II) mediante una titulación oxidación-reducción (redox) requiere mantener el hierro a su estado de oxidación de +2 (Fe (II)) antes de titularlo con una solución valorada de dicromato de potasio 0.1 N.)

El análisis consiste en tres pasos fundamentales; (1) disolver la muestra geológica (roca) con ácidos no oxidantes (H_2SO_4 y HF), que mantienen el hierro (II) en la muestra como ión ferroso, (2) extraerlo con una "solución disolvente" y (3) titular el ión ferroso con una solución valorada del agente oxidante dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). El límite de detección de método como FeO es 0.1%.

3. Documentos de Referencia

- 3.1 Elsie Donaldson, Methods for the Analysis of Ores, Rocks and Related Materials. Inorganic Analytical Research .Seccion Mineral Sciences Division. Mines Branch Monograph 881.Ottawa, Canada, pp.301- 304 (1974).

4. Responsabilidades

- 4.1 El Especialista II en Química Analítica y/o Técnico de Laboratorio III, son los encargados de realizar el procedimiento de análisis de Fe (II) por el método titrimétrico del Dicromato de Potasio, desde el pesaje hasta el cálculo de los resultados utilizando el Formato DL-F-224 para su reporte.
- 4.2 El Especialista II en Química Analítica realiza la estandarización de la solución titulante de Dicromato de Potasio 0.1 N, cada mes, dos meses o antes según el consumo de la solución titulante y efectúa el cálculo del título o factor, cuyo valor se **indica** en el frasco de la solución de $K_2Cr_2O_7$.
- 4.3 El responsable del Laboratorio, verifica las lecturas y/o medidas en comparación con los estándares, blancos, materiales de referencia certificados y muestras de control internas y emite el reporte final de los resultados.
- 4.4 El Director de Laboratorio da la conformidad de resultados y los entrega a la Dirección de Línea que solicito el análisis o en el caso de un cliente privado entrega los resultados a ventas.



5. Reactivos y Precauciones de Seguridad

5.1 Solución de Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$) 0.1 N

- 5.1.1 Pesar 4.9082 g de Dicromato de Potasio.
- 5.1.2 Transferir a una fiola de 1 Litro con la ayuda de un pequeño embudo.
- 5.1.3 Lavar el embudo con agua destilada y agitar el frasco para disolver la sal de Dicromato de potasio.
- 5.1.4 Enrasar con agua destilada y mezclar.

5.2 Solución Estándar de Fe (reducido)

- 5.2.1 Pesar 1.575 g de Fe (reducido), en una Balanza analítica y transferirlo a un matraz Erlenmeyer limpio.
- 5.2.2 Adicionar 10 ml. de agua y 10 ml de HCl conc..
- 5.2.3 Tapar el vaso con una luna de reloj y llevarlo a baño Maria durante 6 horas aprox.
- 5.2.4 Hasta que la muestra se disuelva completamente.
- 5.2.5 Retirar las muestras del baño y llevar a volumen de 50 ml con agua destilada.
- 5.2.6 En caso de observar algún residuo filtrar en papel filtro N° 40, en un frasco volumétrico de 500 ml.
- 5.2.7 Lavar el matraz y el papel filtro varias veces con HCl al 5 % v/v. Diluir a la marca y mezclar.

5.3 Solución "disolvente" (solución de Ácido Bórico - H_3BO_3).

- 5.3.1 Pesar 50 g de ácido Bórico en la Balanza electrónica.
- 5.3.2 Transferir a un vaso de 2 L. Adicionar 1500 ml. de agua destilada, 175 ml de H_2SO_4 concentrado y 200 ml de ácido fosfórico concentrado.
- 5.3.3 Agitar cubrir y calentar sobre baño Maria hasta que el ácido Bórico se disuelva.
- 5.3.4 Verter cuidadosamente a un depósito de polipropileno de 2 L., enrasar y mezclar.

5.4 Indicador de Difenilamina:


- 5.4.1 Pesar 1g del reactivo Difenilamina y disolver con 100mL de ácido sulfúrico concentrado. Colocar la solución en gotero de color ámbar para evitar la oxidación.

Precaución: Ácidos corrosivos. Usar guardapolvo, guantes, gafas, mascarillas (antiácidos) y trabajar bajo campana de extracción.

6. Materiales y Equipos

- 6.1 Vaso de Teflón.- (polímero del tetrafluoretileno), de 150 ml.
- 6.2 Matraz: Frasco volumétrico de vidrio de forma esférica, cuello angosto y recto para la solución muestra a valorar.
- 6.3 Potenciómetro 785 DMP Titrimetro Metrohm
- 6.4 Bureta calibrada de 50 ml



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-001
	ANÁLISIS DE Fe (II) POR VOLUMETRÍA	Versión : 01 Fecha aprob. : 30/03/2015 - Página : 3 de 3

7. Descripción del Método

- 7.1 Pesar 0.5 gr. de muestra molida a malla -100 en un vaso de teflón. Simultáneamente se sigue un blanco de reactivos, una muestra de control certificada y/o de control interno.
- 7.2 Adicionar a la muestra 5 ml de H₂SO₄ y 3 ml de HF.
- 7.3 Tapar el vaso de teflón.
- 7.4 Colocar la solución en una plancha de calentamiento hasta que la descomposición del material soluble en ácido se complete (hervir por 10 min)
- 7.5 Transferir toda la solución a un matraz volumétrico de 250 ml.
- 7.6 Adicionar 50 ml de solución "disolvente", mezclar y enfriar en baño de hielo.
- 7.7 Adicionar gotas de indicador de Difenilamina (5 gotas aprox.)
- 7.8 Titular inmediatamente con la solución estandarizada de Dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇): 0.1N.

8. Aseguramiento de la Calidad

Las muestras son analizadas simultáneamente con un blanco de proceso, Material de Referencia Certificado – MCR y/o de muestra de control interno y duplicados.

9. Cálculo de Resultado

9.1 Cálculo del Porcentaje del FeO

Registrar los datos del volumen gastado de Dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) donde automáticamente se efectúa la siguiente operación:

$$\% \text{ de Fe (II)} = \text{Volumen gastado} \times \text{Factor}$$

Donde:


- Volumen gastado: Es el volumen Dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) usado en la titulación de la muestra.
- Factor: Es el valor calculado del título de la solución de K₂Cr₂O₇ 0.1 N. y el peso de muestra de 0.5 g. expresado en porcentaje.

10. Registros

10.1 DL-F-224. Determinación de Fierro (II) por Volumetría.



Aprobado por	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
--------------	---

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-002 Versión : 02 Fecha aprob. : 26/05/2016
	DETERMINACIÓN DE LOI POR TERMOGRAVIMETRÍA	Página : 1 de 2

1. Objetivo

Determinar la cantidad de materia *volátil que se libera al someter la muestra a una temperatura específica.*

2. Principio del método y alcance

El principio del método se basa en el cambio del peso de una muestra en función a la temperatura o tiempo de exposición, debido a que, naturalmente, las muestras inorgánicas pueden contener componentes volátiles o humedad en su estructura cristalina.

Por lo tanto, el alcance de este método está especialmente orientado a todas las muestras que tengan una solicitud de análisis por Roca total (18 elementos), debido a que el resultado de esta determinación es un componente principal para el análisis de roca total de un mineral.

3. Documentos de referencia

- 3.1 *Loss-on-Ignition Standard Operating Procedure, LacCore, National Lcustrine Core Facility*
- 3.2 *Loss on Ignition Protocol.doc, Draft (Rosenmeier, Abbatt)*
- 3.3 *Ignition of the precipite: Thermogravimetric of analysis, Quantitative Chemical Analysis, Vogel's, Fifth edition.*
- 3.4 *Rapid Method for Loss on Ignition Testing. R.A. Laitar / J.E. Cavanaugh*

4. Responsabilidades

- 4.1 El *Director de Laboratorios* es responsable de revisar el procedimiento antes de su aprobación.
- 4.2 El Responsable del Laboratorio es responsable de verificar y supervisar el cumplimiento del presente instructivo.
- 4.3 *Los analistas deberán cumplir con los lineamientos indicados en el presente procedimiento para la determinación de LOI por Termogravimetría.*

5. Reactivos y precauciones de seguridad


- 5.1 No aplican reactivos
- 5.2 Al hacer uso de la mufla, el analista deberá estar provisto de su equipo de protección personal (EPP), tales como: guantes *para altas temperaturas*, protector facial *transparente* y mandil.

6. Materiales y equipos

6.1 Materiales

- *Pick scoop de laboratorio*
- *Crisoles de porcelana*
- *Pinzas largas de metal*
- *Bases de material refractario*



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-002 Versión : 02 Fecha aprob. : 26/05/2016
	DETERMINACIÓN DE LOI POR TERMOGRAVIMETRÍA	Página : 2 de 2

6.2 Equipos

- Mufla
- Desecador
- Balanza *analítica*

7. Descripción del método de ensayo

7.1 Medir la masa del crisol (m)

7.2 En el crisol, pesar 1 gramo de muestra (m1)

7.3 Calcinar la muestra por dos horas a una temperatura comprendida entre 950°C y 1000°C.

7.4 Medir la masa del crisol + muestra calcinada (m2)

7.5 Finalmente, realizar el cálculo.

8. Aseguramiento de la calidad de resultados

La exactitud y precisión de los resultados del ensayo, deben ser monitoreadas a través de:

8.1 La evaluación del resultado de las Muestras de referencia certificada (MRC)

8.2 La repetibilidad de los Duplicados insertados en el ensayo.

9. Cálculo de los resultados

A continuación, se detalla la fórmula a aplicar para la obtención de los resultados del método de ensayo.

$$\% \text{ LOI} = \frac{(m + m1) - m2}{m1} * 100$$

Donde:

m : Masa del de crisol

m1: Masa de la muestra

m2: Masa del crisol + muestra


10. Registros/Anexos

10.1 DL-F-211: DETERMINACIÓN DE LOI POR TERMOGRAVIMETRÍA.



Aprobado por

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-003
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORES EN MUESTRAS DE ROCAS POR ICP-OES	Versión : 03 Fecha aprob. : 04/07/2018 Página : 1 de 6

1. OBJETIVO

Determinar cuantitativamente elementos trazas (ppm, ppb) por el método de Espectrometría de emisión Óptica con fuente de plasma acoplada inductivamente (ICP-OES) después de una disolución multiácida en un vaso de teflón abierto para los elementos trazas (ppm, ppb).

2. PRINCIPIO DEL METODO Y ALCANCE

Es un método basado en la medición de la intensidad emitida de las muestras de rocas, previamente puestas en disolución multiácida (HCl, HNO₃, HF, HClO₄) y de acuerdo a la presencia o ausencia de los elementos emite una señal, la cual es registrada en el software Expert II de Varian 735 ES de donde se obtiene el resultado final. La determinación analítica multielemental es por los elementos trazas: Plata, Arsénico, Bario, Bismuto, Cobalto, Cromo, Cadmio, Cobre, Lantano, Litio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Estroncio, **Escandio**, Vanadio, Rubidio, Zinc y Wolframio. (Ag, As, Ba, Bi, Co, Cr, Cd, Cu, La, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, Sc, V, Rb, Zn, W.)

El equipo utilizado es el espectrómetro ICP-OES Varian 735 ES- Radial.


3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- 3.1 DL-I-006 Operatividad del Espectrómetro de Emisión Óptica (ICP-OES) VARIAN 735-ES.
- 3.2 **DL-I-018 Funcionamiento y operación de la plancha de calentamiento Thermolyne**
- 3.3 **DL-I-044 Verificación de balanzas analíticas**

4. RESPONSABILIDADES

- 4.1 El analista encargado de la disolución de muestras, es el encargado de realizar el rotulado, registro, pesaje y disolución acida (HCl, HNO₃, HClO₄ y HF), de muestras geoquímicas.
- 4.2 El analista encargado de la operatividad del ICP-OES, es el encargado de realizar la preparación de las soluciones estándar de calibración del instrumento, las soluciones muestras, materiales de referencia certificados, muestras de desarrollo de la curva de calibración instrumental y eliminación de interferencias en la programación para la determinación analítica.
- 4.3 El analista encargado de la operatividad del ICP-OES, es el encargado de realizar la determinación analítica multielemental de los elementos: Plata, Arsénico, Bario, Bismuto, Cobalto, Cromo, Cadmio, Cobre, Lantano, Litio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Estroncio, **Escandio**, Vanadio, Rubidio, Zinc y Wolframio. (Ag, As, Ba, Bi, Co, Cr, Cd, Cu, La, Li,



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-003 Versión : 03 Fecha aprob. : 04/07/2018
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORES EN MUESTRAS DE ROCAS POR ICP-OES	Página : 2 de 6

Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, Sc, V, Rb, Zn, W.) en muestras de rocas, sedimentos y suelos, así como evaluar los resultados para su reporte.

- 4.4 El Responsable del Laboratorio, recibe la documentación y las muestras de la Dirección de Laboratorios, distribuye las muestras y coordina con los especialistas y/o analistas para el procesamiento de las mismas de acuerdo al requerimiento del cliente. Posteriormente el Responsable del Laboratorio realiza el aseguramiento de la calidad analítica de los resultados emitidos por los especialistas y/o analistas mediante la verificación de los blancos instrumentales, blancos de método, materiales de referencia certificados y los análisis de duplicados por cada lote de 10 muestras y finalmente se emite el Informe de ensayo correspondiente.

5. REACTIVOS Y PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.

5.1 Reactivos

- 5.1.1. Ácido Clorhídrico concentrado, HCl 30 - 38% de concentración en trazas ppb.
5.1.2. Ácido Nítrico concentrado, HNO₃ 60 - 70% de concentración en trazas ppb.
5.1.3. Ácido Perclórico concentrado P.A. trazas, HClO₄ 70% de concentración.
5.1.4. Ácido Fluorhídrico concentrado P.A. trazas, HF 40 % de concentración.

5.2 Precaución de Seguridad


En la manipulación de ácidos corrosivos, usar guantes, gafas, mascarillas (antiácidos) y trabajar bajo campana de extracción.

6. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales

- 6.1 Vasos de teflón de 150 ml.
6.2 Tubos de plástico de polipropileno.
6.3 Espátula,
6.4 Pincel,
6.5 Piseta.
6.6 Gradillas.
6.7 Dosificador de ácidos.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-003
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORES EN MUESTRAS DE ROCAS POR ICP-OES	Versión : 03 Fecha aprob. : 04/07/2018 Página : 3 de 6

Equipos

- 6.8 Espectrómetro de Emisión Óptica con Plasma Inductivamente Acoplado (ICP-OES) Marca Varian, modelo 735-ES.
- 6.9 Automuestreador CETAC ASX-520
- 6.10 Balanza analítica, precisión 0,1 mg.
- 6.11 Plancha de calentamiento.

7. DESCRIPCIÓN DEL METODO DE ENSAYO

7.1 Pesado de muestras.

El Responsable del Laboratorio destina las muestras a ser procesadas, en un bloque o bach de 48 muestras que incluyen como mínimo 03 muestras de control certificadas, 04 duplicados y 01 blanco de proceso, al analista de laboratorio encargado del pesaje y disolución de muestras, quien realiza lo siguiente:

a) Pesar 0.5 g de la muestra en un vaso de teflón abierto de 150 ml (sin tapa hermética).

7.2 Disolución multiácida de muestras.

a) Adicionar 2 ml de HClO₄ (para eliminar la materia orgánica y llevar a sequedad).

b) Enfriar ligeramente y agregar 5 ml de HNO₃ y 7 ml de HCl. Cubrir con tapa de teflón y eliminar los gases nitrosos.

c) Retirar la luna de reloj y evaporar a semi-seco. Bajar de la plancha y enfriar ligeramente.

d) Adicionar de 3 a 4 ml de HF, tapar, aumentar la temperatura de la plancha y evaporar a sequedad, enfriar ligeramente.

e) Enfriar ligeramente y adicionar 1 ml de HCl para eliminar el exceso de HF.


f) Colocar en la plancha de calentamiento y llevar a sequedad.

g) Finalmente sacar las muestras a un volumen final de 50mL en fioles volumétricas, adicionando para ello 10mL de HCl y así obtener un medio ácido del 20%(v/v). en todas las muestras.

7.3 Preparación de soluciones estándar para efectuar las curvas de calibración.

Preparar los estándares de calibración en el rango lineal de grupos de elementos en diferentes concentraciones, a partir de la solución estándar de 1000 mg/l para cada elemento con 20% de HCl.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-003
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORES EN MUESTRAS DE ROCAS POR ICP-OES	Versión : 03 Fecha aprob. : 04/07/2018 Página : 4 de 6


Los estándares de calibración deben contener las siguientes concentraciones

N°	ELEMENTO	UNIDADES	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5
1	Ag	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
2	As	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
3	Ba	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
4	Bi	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
5	Co	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
6	Cr	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
7	Cd	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
8	Cu	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
9	La	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
10	Li	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
11	Mo	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
12	Ni	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
13	Pb	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
14	Sb	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
15	Sr	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
16	Sc	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
17	V	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
18	Rb	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
19	Zn	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
20	S	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
21	W	mg/L	0.2	0.5	1.0	2.0	5.0

7.4 Determinación Analítica por Espectrometría de Emisión Óptica por Plasma Acoplado Inductivamente

El *Analista encargado del área* Instrumental, mide en el espectrómetro ICP-OES las concentraciones ($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$) de Plata, Arsénico, Bario, Bismuto, Cobalto, Cromo, Cadmio, Cobre, Lantano, Litio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Estroncio, *Escandio*, Vanadio, Rubidio, Zinc y Wolframio. (Ag, As, Ba, Bi, Co, Cr, Cd, Cu, La, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, *Sc*, V, Rb, Zn, W.), los blancos de laboratorio, las muestras certificadas de referencia, las muestras de control interno, las muestras duplicadas y se procede como se indica en:



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-003
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORES EN MUESTRAS DE ROCAS POR ICP-OES	Versión : 03 Fecha aprob. : 04/07/2018 Página : 5 de 6

El instructivo: DL-I-006 "Operatividad del Espectrómetro de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES) Varian 735-ES". Los cálculos y resultados se obtiene automáticamente a través del software Expert II para el espectrómetro Varian.

**Las Condiciones Instrumentales son:
Condiciones de Operatividad (ICP-OES)**

Condiciones	Unidades	
Potencia	KW	1.20
Flujo de Plasma	L/min	15.0
Flujo Auxiliar	L/min	1.5
Flujo Nebulizador	L/min	0.75
Altura Visión	mm	10.0
Tiempo Lectura réplica	s	3.0
Retraso de estabilización Instrumento	s	15.0

PARAMETROS DE INTRODUCCIÓN DE MUESTRA	Unidades	
Retraso toma de muestra	s	30.0
Velocidad Bomba	rpm	15.0
Tiempo de Lavado	s	50.0
Bombeo rápido (Lavado y retraso de toma)	OK	

PARÁMETROS GENERALES		
Réplicas		3

8. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE RESULTADOS


La exactitud y precisión de las muestras geoquímicas en el laboratorio son monitoreadas por los análisis de blancos, muestras duplicadas y material de referencia certificado.

Los resultados de ensayo son reportados una vez que se han aprobado los procedimientos de QA/QC. Graficas de control.

9. CÁLCULO DE RESULTADOS

Los datos de resultados se obtiene automáticamente a través del software Expert II para el espectrofotómetro Varian ES-735, ingresando los datos de peso, volumen y factor de dilución de las muestras



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-003 Versión : 03 Fecha aprob. : 04/07/2018
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORES EN MUESTRAS DE ROCAS POR ICP-OES	Página : 6 de 6


10. REGISTROS

Concluidos los análisis de elementos menores se procede a reportar en los siguientes Formatos.

- 10.1 Registro automático del Espectrómetro Varian para métodos cuantitativos del software Expert.
- 10.2 DL- F-227: Informe de Ensayo. Roca Total (18 elementos).
- 10.3 DL- F-228: Informe de Ensayo. Roca Total (32 elementos).
- 10.4 DL-F-241: Gráficas de Control.
- 10.5 Registro en la Unidad de Red: W

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-004
	ANÁLISIS DE POLIMETÁLICOS POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-CON DIGESTIÓN MULTIÁCIDA	Versión : 02 Fecha aprob. : 04/07/2018 Página : 1 de 4

1. OBJETIVO

Determinar cuantitativamente por el método de Absorción Atómica los elementos polimetálicos (Ag, Cu, Pb, Zn y Fe), en muestras sólidas (rocas, suelos y sedimentos). Previa digestión acida de la muestra con cuatro ácidos y posterior lectura de la solución obtenida, en el equipo de Absorción Atómica.

2. PRINCIPIO DEL MÉTODO Y ALCANCE

Es un método que se basa en la relación que existe entre la cantidad de luz absorbida o transmitida por una solución es una función de la concentración de la sustancia absorbente presente y la longitud de la trayectoria hacia la muestra. Para la determinación analítica de polimetálicos se utiliza el Espectrofotómetro de Absorción Atómica que determina los elementos Ag, Cu, Pb, Zn y, Fe. En concentraciones que varían desde ppm hasta % del elemento analizado.


3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- 3.1. THERMO SCIENTIFIC ICE 3000 Series AA Spectrometers. Operators Manuals.
- 3.2. DL-I-007 Operatividad del equipo de espectrofotometría de absorción atómica.
- 3.3. *DL-I-044 Verificación de balanzas analíticas.*
- 3.4. *DL-I-018 Funcionamiento y operación de la plancha de calentamiento Thermolyne.*

4. RESPONSABILIDAD

- 4.1. El **Analista** encargado de la disolución de muestras, realiza el rotulado, registro, pesaje de las muestras y controles internos como duplicados, blancos de proceso y materiales de referencia certificados, para luego proceder con la disolución de las mismas.
- 4.2. El **Analista** encargado de la operatividad el equipo de espectrofotometría de absorción atómica efectuará la determinación analítica utilizando estándares de calibración, muestras de control internas y/o material certificado en el proceso de análisis de las muestras para asegurar la calidad de los resultados.
- 4.3. El Responsable del Laboratorio Químico, recibe la documentación y las muestras de la Dirección de Laboratorios, distribuye las muestras y coordina con el analista encargado en la disolución para la realización de su codificación, pesaje y digestión ácida, coordinando a su vez con el analista encargado en la operatividad del espectrofotómetro de absorción



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-004
	ANÁLISIS DE POLIMETÁLICOS POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-CON DIGESTIÓN MULTIÁCIDA	Versión : 02 Fecha aprob. : 04/07/2018 Página : 2 de 4

atómica, el control de calidad de los análisis, coordina con el analista la selección de materiales de referencia y controles de calidad a usar, verifica la calidad de los resultados y elabora el informe final de resultados para su reporte a la Dirección de Laboratorios.

5. REACTIVOS Y PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

5.1. Reactivos

- Ácido Clorhídrico concentrado, q.p. HCl 30 -**38%** de concentración.
- Ácido Nítrico concentrado q.p. HNO₃ **60 - 70 %** de concentración.
- Ácido Perclórico concentrado q.p. HClO₄ 70% de concentración.
- Ácido Fluorhídrico concentrado q.p. HF 40 % de concentración.

5.2. Precauciones de seguridad

Ácidos corrosivos, usar guantes, gafas, mascarillas (antiácidos) y trabajar bajo campana de extracción.

6. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales

- *Espátula.*
- *Fiolas de 50mL*
- *Dosificador de ácidos.*
- *Vasos de teflón de 150mL.*

Equipos


- Espectrofotómetro de absorción atómica ICE 3300
- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg
- Plancha de calentamiento.

7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

7.1. Pesado de Muestras.

El Responsable del Laboratorio destina las muestras a ser procesadas, donde se incluyen como mínimo 03 muestras de control certificados, 04 duplicados y 01 blanco de proceso,



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-004
	ANÁLISIS DE POLIMETÁLICOS POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-CON DIGESTIÓN MULTIÁCIDA	Versión : 02 Fecha aprob. : 04/07/2018 Página : 3 de 4

al analista de laboratorio encargado del pesaje y disolución de muestras, quien realiza lo siguiente:

- a) Pesar 0.5g. de la muestra en un vaso de teflón abierto de 150mL

7.2. Disolución de multiácida de muestras.

- a) Adicionar 2 ml de HClO₄ (para eliminar la materia orgánica y llevar a sequedad).
- b) **Enfriar ligeramente** y agregar 5 ml de HNO₃ y 7 ml de HCl. Cubrir con tapa de teflón y eliminar los gases nitrosos.
- c) Retirar la luna de reloj y evaporar a semi-seco. Bajar de la plancha y enfriar ligeramente.
- d) Adicionar de 4 ml de HF, tapar, aumentar la temperatura de la plancha y evaporar a sequedad, enfriar ligeramente.
- e) Enfriar ligeramente y adicionar 1 ml de HCl para eliminar el exceso de HF.
- f) Colocar en la plancha de calentamiento y llevar a sequedad.
- g) Finalmente sacar las muestras a un volumen final de 50mL en fioas volumétricas, adicionando para ello 10mL de HCl y así obtener un medio ácido del 20%(v/v). en todas las muestras.

7.3. Preparación de soluciones estándar para efectuar las curvas de calibración.

Preparar los estándares de calibración en el rango lineal de grupos de elementos en diferentes concentraciones, a partir de la solución estándar de 1000 mg/l para cada elemento con 20% de HCl.

Los estándares de calibración deben contener las siguientes concentraciones.


unidad	Elementos				
	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe
mg/L	0.1	0.5	0.5	0.5	10
mg/L	0.25	1	1	1	20
mg/L	0.5	2.5	2.5	2.5	50
mg/L	1	5	5		100

7.4

Determinación Analítica por Espectrofotometría de Absorción Atómica

El Analista, realizará las lecturas en el equipo espectrofotómetro de Absorción Atómica, de los elementos: Ag, Cu, Pb, Zn y Fe, de los blancos y soluciones muestra o diluciones efectuadas de acuerdo a las concentraciones de cada muestra y que estén adecuadas



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-004 Versión : 02 Fecha aprob. : 04/07/2018 Página : 4 de 4
	ANÁLISIS DE POLIMETÁLICOS POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-CON DIGESTIÓN MULTIÁCIDA	

dentro del rango de calibración de cada elemento y a volúmenes apropiados y con las longitudes de onda y gases correspondientes, para lo cual realiza lo siguiente:

- Realizar la calibración de acuerdo al instructivo de operatividad del equipo de espectrofotometría de absorción atómica.
- Los resultados para el espectrofotómetro Thermo iCE3300 se obtiene automáticamente a través del software Solaar.

8. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE RESULTADOS

La exactitud y precisión de las muestras geoquímicas en el laboratorio son monitoreadas por los análisis de blancos, muestras duplicadas y material de referencia certificado.

Los resultados de ensayo son reportados una vez que se han aprobado los procedimientos de QA/QC. Graficas de control.

9. CÁLCULO DE RESULTADOS

Este cálculo se efectúa ingresando los datos de masa de la muestra y relación de dilución al software SOLAAR del equipo.

10. REGISTROS

10.1 Concluido el análisis se reporta en el DL-F-204. Informe de ensayo de Polimetálicos.

10.2 DL-F-241: Graficas de control.


10.3 Registro en la unidad de Red W.

10.4 Registro automático en el software Solaar del equipo

Aprobado por:

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017 Página : 1 de 6

1. Objetivo

Describir el Método de Ensayo al Fuego para determinar cuantitativamente el contenido de oro en muestras geológicas (rocas, sedimentos) y en muestras minerales por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica.

2. Principio del Método y Alcance

El método permite obtener el oro por la fusión oxidante y/o reductora de una muestra en presencia de una mezcla de reactivos fundentes y un colector, óxido de plomo. Al fundirse la muestra mineral, el oro y plata son colectados por el plomo que se reduce a plomo metálico y la ganga es disuelta como escoria, separándose ambas por densidad.

El botón de plomo es copelado para liberar la aleación oro-plata bajo la forma de una perla metálica.

El contenido de oro es determinado por Espectrofotometría de Absorción Atómica y el resultado expresado en partes por millón.


Para muestras en concentraciones mayores a 10 ppm, se aplica el método gravimétrico.

3. Documentos de Referencia

- 3.1 Curso de Especialización en las Técnicas de Análisis por Vía Seca de los Elementos de Oro y Plata. SEIT S.E.R.L. Noviembre 1993.
- 3.2 Manual Espectrofotómetro Thermo AA iCE3300.

4. Responsabilidades

- 4.1 El Analista encargado de realizar la actividad del método de Ensayo al Fuego desde la pesada hasta la entrega de la muestra disuelta y preparada para su lectura por absorción atómica en el Formato DL-F- 208.
- 4.2 El *Analista encargado del equipo de AAS deberá* realizar la lectura del elemento en el espectrofotómetro de absorción atómica para concentraciones de oro menores a 10 ppm mediante el Formato DL-F- 208.
- 4.3 El Responsable del Laboratorio, verifica el aseguramiento de calidad efectuado mediante los datos de análisis de blancos de reactivos, muestras duplicadas, materiales de referencia certificados y

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017 Página : 2 de 6

emite el informe de ensayo final. Los resultados de ensayo son reportados una vez que se han aprobado los procedimientos de QA/QC.

4.4 El Director de Laboratorio, aprueba los resultados y los entrega a la Dirección de Línea que solicito el análisis o en el caso de un cliente privado entrega los resultados a ventas.

5. Reactivos y Precauciones de Seguridad

- Ácido Nítrico **60% Ultrapuro** (guantes, gafas, mascarilla, mandil)
- Ácido Clorhídrico 30% Suprapur(guantes, gafas, mascarilla, mandil)
- Nitrato de Plata 99.8 %QP(guantes, gafas, mandil)
- Agua ultra pura (guantes, mandil)
- Nitrato de Potasio 99.0% ISO(guantes, gafas, mandil)
- Plomo Granulado QP(guantes, mandil)
- Litargirio (PbO) 99.0-100.5 % Extra Pure (guantes, gafas, mascarilla, mandil)
- Carbonato de Sodio **Industrial 99.5%- 100.5%** (guantes, mandil)
- Bórax QP (guantes, gafas, mandil)
- Sílice QP (guantes, mandil)
- Harina (guantes, mandil)
- Solución Estándar de Oro de 1000 mg /l.

Es de uso obligatorio los EPP (Equipos de Protección Personal) en la manipulación de reactivos y materiales durante el proceso del análisis de oro por ensayo al fuego y por AAS (Espectrofotometría de absorción atómica).

5.1 Preparación de la mezcla fundente

Base por muestra:


- | | | |
|----------------------|---|-----------------|
| - Litargirio | : | 0.065 Kg |
| - Carbonato de sodio | : | 0.051Kg |
| - Bórax | : | 0.020 Kg |
| - Sílice | : | 0.007 Kg |
| - Harina | : | 0.007 Kg |

5.2 Preparación de estándares de curva de calibración a partir de 1000 ppm

[...]

A partir de la Solución Stock de Oro de **1000 ppm** se preparan los siguientes estándares de la curva de calibración **y se enrasa con solución de HCl al 20%**.

[...]

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017 Página : 3 de 6

1ª Curva		2ª Curva	
Calibración(ppm)		Calibración(ppm)	
Std 1	1.25	Std 1	10.00
Std 2	2.50	Std 2	20.00
Std 3	5.00	Std 3	50.00
Std 4	10.00	Std 4	100.00

5.3 Preparación de soluciones

- **Ácido clorhídrico al 20%(v/v).**
- **Solución de AgNO₃ (Sal) 12%w/v.**

[...]


[...]

[...]

6. Materiales y Equipos

- Lingoteras.
- Crisoles refractarios.
- Copelas refractarias.
- **Tubos de prueba de vidrio.**
- Fiolas de vidrio de 100 ml, **volumétricas.**
- Pinzas, espátulas.
- Pipeta volumétrica.
- **Micropipetas volumétricas.**
- Guantes revestidos de aluminio.
- **Casco con protector facial con lunas pavoradas.**
- Protector de oídos.
- Máscara facial para gases y polvo.
- Pinceles, brochas.
- Cucharones, franela, recipientes y **bolsas de plástico.**
- Equipo: Espectrofotómetro de Absorción Atómica Thermo Scientific ICE 3000.
- **Balanza Electrónica Digital Adam Equipment.**



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017 Página : 4 de 6

- Balanza Electrónica Digital OHAUS/*PAJ2102*.
- Horno de Fundición marca HINSA.
- Termocupla tipo K.
- *Sistema de Extracción de Gases de plomo (lavador/ neutralizador).*

7. Descripción del Método

7.1 Recepción.

Recibir indicación de análisis mediante el formato de instrucción del análisis DL- F- 041.

7.2 Pesado


- *Limpiar, codificar los crisoles refractarios y las bolsas plásticas.*
- *Verificar el buen funcionamiento de las balanzas analíticas (DL-F-017) con pesas patrón. Pesar 50 gr de la muestra en una bolsa plástica si son muestras oxidadas, previamente tarado en balanza analítica. Pesar 30 gr. de muestras de referencia certificada (MRC) en una bolsa plástica. Pesar en un crisol refractario cuando son muestras sulfuradas y proceder a calcinar a una temperatura de 600 °C +/- 50 °C por 1 hora.*
- Adicionar al crisol *refractario y/o a la bolsa plástica que contiene la muestra* 150 gr de la mezcla fundente, homogenizar, luego adicionar 4 gotas de AgNO₃ al 12% y cubrir con 15-20gr. de bórax.

7.3 Fundición

Colocar los crisoles con la carga en el horno por 1 hora a 1000°C ± 50 °C para realizar la escorificación.

Retirar los crisoles del horno y vaciar *la colada* en las lingoteras hasta que se enfríe, *proceder a separar* la escoria del régulo de plomo (aleación Au-Ag-Pb-Cu-etc.), *esto se realiza dándole al régulo de plomo la forma cúbica por martilleo* sobre un yunque. En el caso de no observar homogeneidad (dispersión de Pb), se añade Nitrato de Potasio y/o harina de 2.0- 5 gr y Pb granulado (muestras concentradas de cobre) y repetir el proceso de fundición.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-007
	ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO POR AAS-FLAMA	Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017 Página : 5 de 6

7.4 Copelación

Precalear las copelas en el horno por 30 minutos a una temperatura de $900^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$, luego se procede a cargar las muestras (regulo de plomo), luego dejar la puerta del horno cerrada por 20 a 30 minutos, observar que el plomo este líquido.

Continuar el proceso de copelación a $900^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$, con la puerta del horno semi abierta para permitir el ingreso de corrientes de aire y facilitar el proceso de oxidación del plomo.

La copelación puede durar entre 45 a 60 minutos aproximadamente, dependiendo del tamaño del regulo de plomo. Al finalizar este proceso se obtendrá un botón de Au - Ag.

Retirar las copelas del horno conteniendo el botón de Au - Ag de acuerdo al orden y ubicación de los crisoles.

7.5 Partición

Retirar el botón de Au - Ag de la copela para laminarlo, utilizando un papel blanco y colocarlo en un *tubo de prueba codificado*. En el formato DL-F-208, registrar los códigos del formato DL-F-212. *Disolver el dore (Ag-Au) adicionando 0.25 ml de HNO₃ concentrado para disolver la Ag, colocarlo en baño maría a una temperatura de 130°C - 150°C, después de un tiempo aproximado de 30 minutos adicionarle 0.75 ml de HCl concentrado formándose la mezcla de Agua Regia para disolver el Au, colocarlo en baño maría a una temperatura de 130 -150°C, después de un tiempo aproximado de 30 minutos retirarlo para que enfríe y llevarlo a un volumen final de 5 ml con agua ultra pura, colocar la tapa o parafilm y agitarlo, realizar la lectura del elemento en el espectrofotómetro de absorción atómica.*

Las muestras que superen 10 ppm serán reanalizadas y cuantificadas mediante el proceso gravimétrico.

[...]

8. Aseguramiento de la Calidad de Resultados

Se determina el aseguramiento de la calidad de resultados en el laboratorio, mediante el uso de un blanco *del proceso*, muestras duplicadas cada 9 muestras, materiales de referencia certificado, *verificación de la linealidad de la curva de calibración mediante la obtención del valor*



r≥0.995. Para **cantidades** de muestras menores a 9, se procederá igual haciendo uso de los mismos controles de aseguramiento de la calidad de resultados.

El control de verificación de temperatura se realiza mensualmente utilizando la termocupla tipo K, registrándolo en el formato DL-F-213.

9. Cálculo de Resultados

Se ingresan los datos de peso de muestra, volumen y diluciones si hubiere al software aplicativo del equipo obteniendo automáticamente los resultados.

10. Registros

10.1 *DL-F-041 Instrucción del análisis.*

10.2 DL-F-212 Solicitud para Análisis Geoquímico

10.3 DL-F-208 Control Interno de Análisis de muestras determinación de oro FIRE ASSAY.

10.4 DL-F-203 Informe de Ensayo – Análisis de oro.


10.5 *DL-F-017 Verificación de balanzas.*

10.6 *DL-F-213 Control de Verificación de temperatura del horno de fundición.*

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	MÉTODO DE ENSAYO	Capítulo : DL-ME-008 Versión : 00 Fecha aprob. : 07/04/2014
	MÉTODO DE FELDESPATOS	Página : 1 de 3

1. OBJETIVO

Determinar de manera cuantitativa el porcentaje visual de los minerales de feldespatos potásicos componentes de las rocas, a través de pruebas químicas.

2. PRINCIPIO DEL MÉTODO Y ALCANCE

La identificación de los feldespatos potásicos a través del microscopio de polarización en ocasiones resulta difícil, debido a los tamaños submicroscópicos e intercrecimientos que puedan tener con otros minerales; asimismo el cálculo de su porcentaje es tal, que resulta dificultoso cuantificarlo, por lo que a través del método de tinción es posible observar la cantidad de feldespatos potásicos presentes en una roca y dichos resultados ayudan a complementar los estudios petrográficos.

3. REFERENCIAS

SELECTIVE STAINING OF K-FELDSPAR AND PLAGIOCLASE ON ROCK SLABS AND THIN SECTIONS, Edgar H. Bailey & Rollin E. Stevens. The American Mineralogist, Vol 45, September – October, 1960.

4. RESPONSABILIDADES

- 4.1. El Especialista responsable de la tinción de feldespatos es el encargado de realizar todas las etapas correspondientes a la prueba química.

5. REACTIVOS Y PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

5.1. Reactivos para realizar las tinciones.

- 5.1.1. Ácido Fluorhídrico (al 52 o 48 %)
 5.1.2. Cobalto-Nitrito de Sodio
 5.1.3. Agua destilada

5.2. Precauciones de Seguridad


Para realizar esta prueba química se debe trabajar bajo una campana de extracción y es obligatorio utilizar los siguientes equipos de protección personal:

- 5.2.1. Mandil
 5.2.2. Guantes de nitrilo resistentes al ácido fluorhídrico
 5.2.3. Lentes protectores
 5.2.4. Respirador

6. MATERIALES Y EQUIPOS

- 6.1. Plancha de calentamiento
 6.2. Vaso de Precipitado 500 mL
 6.3. Recipientes de plástico tapado y sin tapa
 6.4. Bagueta
 6.5. Pinzas
 6.6. Papel y lápiz



	MÉTODO DE ENSAYO	Capítulo : DL-ME-008 Versión : 00 Fecha aprob. : 07/04/2014
	MÉTODO DE FELDESPATOS	Página : 2 de 3

7. DESARROLLO DEL MÉTODO

7.1. Preparado de Cobalto Nitrito de Sodio:

Se lava un vaso de precipitado con agua destilada, se coloca 150 g de Cobalto Nitrito de Sodio con 250 ml de agua destilada y se mezcla con un agitador de vidrio hasta que se sobresature, es decir hasta que quede completamente disuelto y adquiera un color anaranjado oscuro. Transferir esta solución a un envase de plástico resistente y taparlo.

7.2. Prueba de Tinción

7.2.1. Delinear en un papel (dibujar la silueta de las galleta de rocas) y se anota el código del laboratorio, correspondiente.

7.2.2. Llevar la galleta de roca para realizar la tinción hacia el Laboratorio de Química Analítica, este método de ensayo se realiza bajo una campana de extracción.

7.2.3. Transferir 250 ml aprox. de ácido fluorhídrico en un envase de plástico resistente al ácido y taparlo con la precaución del caso (esto servirá para un aproximado de 100 pruebas).

7.2.4. Colocar la galleta de roca en el envase con ácido fluorhídrico, taparlo y dejarlo por 3 min. Esta actividad se realiza dentro de la campana extractora encendida.

7.2.5. Llenar otro envase plástico con agua (sin tapa) hasta una altura que cubra tamaño de la galleta de roca a analizar.

7.2.6. Abrir el envase que contiene el ácido fluorhídrico con mucho cuidado y retirar la galleta con las pinzas.

7.2.7. Colocar la galleta de roca inmediatamente en el envase que contiene agua y proceder a lavar.

7.2.8. Lavar las galletas de roca sujeta con las pinzas y dejar secar en las planchas

7.2.9. Colocar las galletas con las pinzas en el Preparado de Cobalto Nitrito de Sodio, tapar y dejar durante 3 min. Asegurarse que la tinción sea homogénea en ambas caras de la galleta de roca.

7.2.10. Retirar con las pinzas y colocar en el envase plástico con agua limpia, lavarlas y secarlas, culminando de esta forma el proceso de tinción.


7.2.11. Regresar al Laboratorio de Petromineralogía con todos los implementos que se llevaron debidamente lavados.

7.2.12. Colocar las galletas en el papel donde fueron delineadas y verificar el código. En algunos casos se habrá borrado el código de la galleta y se colocara nuevamente.

7.3. Obtención de resultados

Algunas rocas de acuerdo a su composición presentarán feldespatos potásicos teñidos de un color amarillo intenso y para la verificación de dicho análisis se cuenta con una muestra patrón de ortosa.



	MÉTODO DE ENSAYO	Capítulo : DL-ME-008 Versión : 00 Fecha aprob. : 07/04/2014
	MÉTODO DE FELDESPATOS	Página : 3 de 3

8. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE RESULTADOS

- 8.1. Revisar la fecha de caducidad del Cobalto Nitrito de Sodio y Ácido fluorhídrico.
- 8.2. Realizar la comparación visual entre la muestra Patrón de feldespato potásico (ortosa) con los resultados de la galleta de roca teñidas.

9. CALCULO DE RESULTADOS

No aplica.

10. REGISTROS/ANEXOS

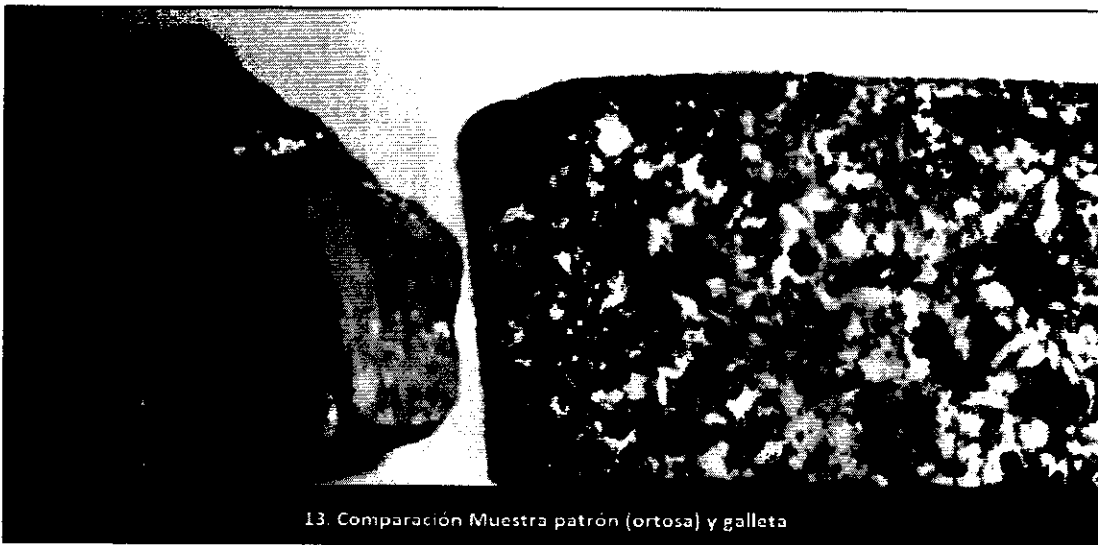
Concluido el análisis se reporta junto con los estudios petrográficos en los formatos de estudios petrográficos:

- 10.1 DL-F-231 Estudio Petrográfico de Rocas Ígneas.
- 10.2 DL-F-232 Estudio petrográfico de rocas sedimentarias.
- 10.3 DL-F-233 Estudio petrográfico de rocas metamórficas.
- 10.4 Anexo N° 1.- Foto de comparación entre muestra Patrón y Galleta teñida de roca.

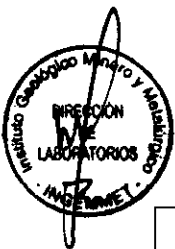
11. REGISTROS

Concluido el análisis se reporta junto con los estudios petrográficos en los formatos de estudios petrográficos DL-F-231, DL-F-232 y/o DL-F-233


ANEXO N° 1.- COMPARACIÓN MUESTRA PATRÓN Y GALLETA



13. Comparación Muestra patrón (ortosa) y galleta



Aprobado por	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
--------------	--

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-009
	ANÁLISIS DE ANIONES EN AGUAS POR CROMATOGRAFÍA IÓNICA	Versión : 00 Fecha aprob. : 28/01/2015 Página : 1 de 5

1. Objetivo

Establecer un método de ensayo para realizar la determinación de aniones (Cl^- , F^- , Br^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^-) en muestras de aguas por Cromatografía Iónica.

2. Principio del Método y Alcance

Este método presenta unos cromatogramas donde la posición de los máximos nos indica el ión presente (carácter cualitativo) y su área nos indica la cantidad existente de dicho ión (carácter cuantitativo). Por lo tanto, una vez separados los iones son detectados, identificados y cuantificados.

Para la determinación analítica de aniones se utiliza el Cromatógrafo Iónico Marca: Dionex, Modelo: ICS-2000.

3. Documentos de Referencia

- 3.1 Standards Methods E.P.A. 300.1
- 3.2 Instructivo de Operatividad del Cromatógrafo Iónico ICS-2000.

4. Responsabilidad

- 4.1 El especialista II, es el encargado de realizar la preparación de estándares para determinar la curva de calibración y realiza la lectura de los analitos en el cromatógrafo iónico.
- 4.2 El Responsable del Laboratorio, recibe la documentación y las muestras que serán analizadas, distribuye al personal con las indicaciones respectivas, supervisa las actividades, verifica las lecturas, realiza el control de calidad de los análisis. Elabora el informe de resultados de laboratorio.

5. Reactivos y Precauciones de Seguridad

5.1. Reactivos:

- Estándar certificado de fluoruro de aprox. 1000 mg/L
- Estándar certificado de cloruro de aprox. 1000 mg/L
- Estándar certificado de nitrito de aprox. 1000 mg/L
- Estándar certificado de bromuro de aprox. 1000 mg/L
- Estándar certificado de sulfato de aprox. 1000 mg/L
- Estándar certificado de nitrato de aprox. 1000 mg/L
- Estándar certificado de fosfato de aprox. 1000 mg/L
- Agua ultrapura


5.2. Precaución: Usar guantes, lentes de seguridad.

6. Materiales y Equipos

6.1. Equipo y accesorios:

- Equipo Cromatógrafo Iónico – DIONEX (Ver gráfico N°1 en Anexos)
- Computadora – Software Chromeleon
- Columna - Ion Pac
- Guarda Columna - Guard Column: 250mm x 4mm I.D.
- Automuestreador AS40 Automated sampler DIONEX.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-009 Versión : 00 Fecha aprob. : 28/01/2015
	ANÁLISIS DE ANIONES EN AGUAS POR CROMATOGRAFÍA IÓNICA	Página : 2 de 5

6.2. Materiales:

- Fiolas de 50 mL y 100 mL clase A
- Micropipetas de 100 -1000 uL.
- Micropipetas de 500 – 5000 uL.
- Pipetas de 5 mL y 10 mL, clase A
- PolyViales de 5 mL.

7. Descripción del Método de Ensayo

7.1. Etapas

- **Preparación de estándares:**

Estándar N°1

F ⁻	0.5 ppm
Br ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻	2.0 ppm
PO ₄ ³⁻	5.0 ppm


- **Preparación de solución estándar de Fluoruro (F⁻):**
Concentración de 0.5 ppm. Tomando volumen de 5ml de una solución estándar de Fluoruro de concentración de 10 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.
- **Preparación de la solución estándar de Bromuro (Br⁻), Cloruro (Cl⁻), Nitrato (NO₃⁻), Nitrito (NO₂⁻) y Sulfato (SO₄²⁻):**
Concentración de 2 ppm. Tomando volumen de 2ml de una solución estándar de Bromuro, Cloruro, Nitrato, Nitrito y Sulfato de concentración de 100 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.
- **Preparación de solución estándar de Fosfato (PO₄³⁻):**
Concentración de 5 ppm. Tomando volumen de 5ml de una solución estándar de fosfato de concentración de 100 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.

Estándar N°2

F ⁻	1.0 ppm
Br ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻	5.0 ppm
PO ₄ ³⁻	10.0 ppm

- **Preparación de solución estándar de Fluoruro (F⁻):**
Concentración de 1 ppm. Tomando volumen de 10ml de una solución estándar de Fluoruro de concentración de 10 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.
- **Preparación de la solución estándar de Bromuro (Br⁻), Cloruro (Cl⁻), Nitrato (NO₃⁻), Nitrito (NO₂⁻) y Sulfato (SO₄²⁻):**
Concentración de 5 ppm. Tomando volumen de 5ml de una solución estándar de Bromuro, Cloruro, Nitrato, Nitrito y Sulfato de concentración de 100 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.
- **Preparación de solución estándar de Fosfato (PO₄³⁻):**
Concentración de 20 ppm. Tomando volumen de 20ml de una solución estándar de fosfato de concentración de 100 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-009 Versión : 00 Fecha aprob. : 28/01/2015
	ANÁLISIS DE ANIONES EN AGUAS POR CROMATOGRAFÍA IÓNICA	Página : 3 de 5

Estándar N°3

F ⁻	2.0 ppm
Br ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻	10.0 ppm
PO ₄ ³⁻	20.0 ppm

- **Preparación de solución estándar de Fluoruro (F⁻):**
Concentración de 2 ppm. Tomando volumen de 2ml de una solución estándar multielemental de concentración de 100 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.
- **Preparación de la solución estándar de Bromuro (Br⁻), Cloruro (Cl⁻), Nitrato (NO₃⁻), Nitrito (NO₂⁻) y Sulfato (SO₄²⁻)**
Concentración de 10 ppm. Tomando volumen de 10ml de una solución estándar multielemental de concentración de 100 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.
- **Preparación de solución estándar de Fosfato (PO₄³⁻)**
Concentración de 20 ppm. Tomando volumen de 2ml de una solución estándar multielemental de concentración de 1000 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.

Estándar N°4

F ⁻	4.0 ppm
Br ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻	20.0 ppm
PO ₄ ³⁻	40.0 ppm

- **Preparación de solución estándar de Fluoruro (F⁻):**
Concentración de 4 ppm. Tomando volumen de 4ml de una solución estándar multielemental de concentración de 100 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.
- **Preparación de la solución estándar de Bromuro (Br⁻), Cloruro (Cl⁻), Nitrato (NO₃⁻), Nitrito (NO₂⁻) y Sulfato (SO₄²⁻)**
Concentración de 20 ppm. Tomando volumen de 2ml de una solución estándar multielemental de concentración de 1000 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.
- **Preparación de solución estándar de Fosfato (PO₄³⁻)**
Concentración de 40 ppm. Tomando volumen de 4ml de una solución estándar multielemental de concentración de 1000 ppm. Enrazar a volumen de 100 mL con agua ultra pura.

- **Tratamiento de muestras**


Las muestras de aguas subterráneas y/o superficiales colectadas en campo deben ser filtradas con filtro de 0.45um y preservadas a temperatura aproximada a 4°C.

Las muestras de aguas subterráneas y/o superficiales son trasvasadas a polyviales de 5ml, previos enjuagues, para luego ser colocado en cassettes, los cuales son ubicados en el Automuestreador AS40 – Automaed sampler, para su posterior lectura.

- **Correr Muestras**

- Colocar las muestras en los cassettes y estos colocarlos en el Muestreador Automático.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-009 Versión : 00 Fecha aprob. : 28/01/2015
	ANÁLISIS DE ANIONES EN AGUAS POR CROMATOGRAFÍA IÓNICA	Página : 4 de 5

- Presionar Skip en el mismo Muestreador Automático AS40, para posicionar las muestras.
- En el software digitar la relación de muestras (blancos, estándares y muestras) para que se active el Automuestreador y luego guardar.
- Ubica el cursor en Menú, hacer un click en BATCH, luego hacer un click en START, aparece una ventana: Start Batch.
- Luego hacer un click en ADD y ubicar la secuencia. Una vez ubicada la secuencia de trabajo se le da click en OPEN.
- Hacer click en Reading Check y luego darle click en START, de inmediato ir al botón del Automuestreador para activarlo presionando HOLD/RUN; logrando de esta manera que se active la corrida de las muestras.
- Observación: Control + TAB nos permite visualizar las ventanas abiertas y los diagramas.

8. Aseguramiento de la Calidad de Resultados

Las muestras geoquímicas (aguas) son analizadas por duplicado cada 10 muestras y se procede a analizar un blanco de proceso.

9. Cálculo de Resultado

Los datos de resultados se obtienen automáticamente a través del Software Chromeleon para el Cromatógrafo Iónico, ingresando los datos, tales como nombre de las muestras y factor de dilución.

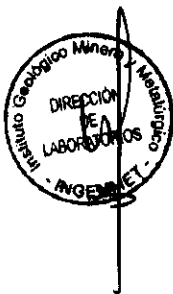
10. Registros/Anexo


10.1 Formato DL-F-245 Informe de Ensayo-Muestras de Agua

10.2 Glosario de Términos

Glosario de Términos

- **Cromatografía:** Es una técnica de separación cualitativa y cuantitativa, en la cual los componentes son transportados por una fase móvil (líquida) a través de una fase estacionaria (sólida) que las retiene selectivamente, haciendo que eluyan a tiempos distintos.
- **Cromatografía Iónica:** Es una técnica en la cual los componentes iónicos de una muestra son separados en bandas discretas por el paso a través de una columna de intercambio iónico. La separación se basa en la adsorción reversible de moléculas de soluto cargadas a grupos de intercambio iónicos de carga opuesta inmovilizados a una matriz. Una vez separados los iones son detectados, identificados y cuantificados. La técnica es capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos del Sistema Periódico. Sus campos de aplicación son, por tanto, muy diversos. Se emplea en el análisis de agua potable, superficial, residual y subterránea.
- **Cromatograma:** Es un registro de la salida del detector (conductividad eléctrica) vs. el tiempo en el que el analito pasa a través del sistema cromatográfico. Consiste en una serie de picos que corresponde a diferentes tiempos en los cuales cada componente emerge de la columna. A ese tiempo se le llama tiempo de retención y es característico en cada sistema para cada sustancia.
- **Intercambiador Iónico:** Consiste de una matriz porosa insoluble a la cual se le unen en forma covalente grupos cargados, estos grupos cargados se encuentran asociados con contraponos móviles. Estos contraponos pueden ser intercambiados en forma reversible con otros iones de la misma carga sin alterar la estructura de la matriz.




	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-009 Versión : 00 Fecha aprob. : 28/01/2015
	ANÁLISIS DE ANIONES EN AGUAS POR CROMATOGRAFÍA IÓNICA	Página : 5 de 5

- **Eluente:** Es una solución de una o más sales en agua. Transporta la muestra a través del sistema y contribuye a la selectividad de la separación.
- **Temperatura:** La relación de intercambio entre la fase estacionaria y la fase móvil se incrementa cuando aumenta la temperatura. La viscosidad y la contra presión decrece y puede dar mayor eficiencia en la separación. La temperatura puede afectar la selectividad de la columna.
- **Flujo:** Los iones se eluyen más rápido con flujos mayores pero este dependerá de la eficiencia de la separación.
- **Columna:** Donde ocurre la separación de los analitos.
- **Detector de Conductividad:** Se usa para analizar la salida al final de la columna. Muestras con ausencia de cromóforos, ácidos orgánicos, iones.
- **Conductividad:** Capacidad de la solución de conducir la electricidad. El incremento de la corriente es proporcional al incremento a la conductividad.
- **Supresión electrolítica:** Minimiza la conductividad del eluente. Ejemplo: Eluente hidróxido de sodio y carbonato residual son convertidos en agua y ácido carbónico respectivamente. Maximiza la conductividad del analito.
- **Supresor Auto Regenerativo SRS:** Genera continuamente su propio regenerante electrolítico del agua desionizada., eliminando la necesidad de preparar ácidos o bases para la regeneración del supresor. Además proveen un superior funcionamiento con un rápido inicio, estabilidad excelente de la línea base, y alta sensibilidad.
- **Límite de detección de método (L.D.M):** Menor contenido que se puede medir con una certeza determinada, aplicando los parámetros del método (peso, volumen, rango de concentración lineal, etc.).
- **Blanco (BK):** Es un sistema físico que no contiene muestra real y por consiguiente no debería contener el analito de interés, pero que debe contener todos los reactivos que se utilizan en el método de análisis, y ser sometido a las mismas condiciones y al mismo procedimiento que las muestras reales y los estándares. En lugar de muestra, el volumen faltante se completará con agua grado reactivo que deberá tener la calidad recomendada por el método respectivo.
- **Software Chromeleon:** Es un software que se aplica cuando se realizan análisis de cromatografía iónica, realiza cálculos estadísticos y la cuantificación de los iones a través de una curva de calibración. Es usado en el Cromatógrafo Iónico ICS – 2000.
- **Isocrático:** Cuando la concentración es constante.
- **Gradiente:** Cuando la concentración varía.



Aprobado por	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
--------------	---

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-010
	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-ARRASTRE DE VAPOR FRÍO EN MUESTRAS SÓLIDAS Y AGUAS	Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017 Página : 1 de 4

1. Objetivo

Determinar cuantitativamente el *mercurio en muestras sólidas* por el método de Absorción Atómica, técnica Arrastre de Vapor Frío.

2. Principio del método y alcance

El mercurio es cuantificado previa conversión del mismo a su forma de metal libre (Hg⁰) por reducción con cloruro de estaño en solución ácida.

Mediante la generación de vapor frío el mercurio es transportado hacia una celda de cuarzo donde es medido por el método de absorción atómica-arrastre vapor frío. Aplica a la determinación analítica del mercurio en muestras de polimetálicos y trazas en muestras de rocas, en concentraciones que varían desde ppb **hasta ppm**.

3. Documentos de referencia


- 3.1 Manual del Operador iCE 3000 Series Thermo Scientific.
- 3.2 Manual de Métodos de Espectrometría de AA.
- 3.3 DL-I-039 Operatividad del Generador de Hidruros –Vapor frío-Modelo VP-100 Thermo Scientific.

4. Responsabilidades.

- 4.1 El Especialista de Laboratorio, es el encargado de realizar la pesada de las muestras y la digestión de las mismas.
- 4.2 El Especialista de Laboratorio, está autorizado de realizar la lectura del elemento en el espectrofotómetro de absorción atómica.

El Responsable del Laboratorio de Química, recibe la documentación y las muestras que serán analizadas, de la Dirección de Laboratorios, distribuye las muestras entre el personal



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-010 Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017
	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-ARRASTRE DE VAPOR FRÍO EN MUESTRAS SÓLIDAS Y AGUAS	Página : 2 de 4

autorizado dando las indicaciones respectivas, verifica la calidad de los resultados analíticos, elabora y emite el informe final de resultados a la Dirección de Laboratorios.


5. Reactivos y precauciones de seguridad

- 5.1 Ácido Clorhídrico concentrado, ACS, ISO. HCl 30% de concentración.
(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, [usar] en campana de extracción)
- 5.2 Ácido Nítrico concentrado ACS, ULTRAPUR. HNO₃ 60% (Hg < 50 ppt).
(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, [usar] en campana de extracción)
- 5.3 Solución antiespumante. TRITON X-100.
- 5.4 Ácido Nítrico concentrado ACS, ULTRAPUR. HNO₃ 60% (Hg < 50 ppt)
(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, en campana de extracción)
- 5.5 Solución de Permanganato de Potasio al 5 % w/v
(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas).
- 5.6 Solución Reductora: Cloruro Estañoso al 3% w/v disuelto en HCl al 5% w/v
(Nota: Usar guantes y gafas, usar en campana de extracción).
- 5.7 Solución de Blanco: en una fiola de 1000 ml, se adiciona 50 ml de HNO₃ y 20 ml de HCl, se enrasa con agua ultrapura.
(Nota: Usar guantes y gafas, en campana de extracción).
- 5.8 *Solución de Hidroxilamina 12% (w/v).*

6. Materiales y equipos

- 6.1 Espectrofotómetro de Absorción atómica ICE 3300 Thermo Scientific.
- 6.2 Accesorio de Vapor Flujo Continuo VP 100 Thermo Scientific.
- 6.3 Balanza Analítica con Precisión de 0.1 mg. SARTORIUS
[...]
- 6.4 Equipo *Digi Prep JR-SCP Science*
- 6.5 Espátula, pincel, frasco lavador, varilla de vidrio con punta de goma.
- 6.6 Lunas de reloj.
- 6.7 Dosificador de ácidos.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-010 Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017 Página : 3 de 4
	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-ARRASTRE DE VAPOR FRÍO EN MUESTRAS SÓLIDAS Y AGUAS	

6.6 Tubos de ensayo de 14 ml.

6.9 *Micro* pipetas.

6.10 **Soluciones estándares para efectuar la curva de calibración**

Preparar los estándares de calibración en el rango lineal recomendado, a partir de la solución estándar de 1000 mg/L, diluimos hasta 100 ug/L (100 ppb). A partir de ésta solución se preparan las soluciones estándar para la curva de Calibración de 2, 5, 10 y 20 ppb enrazando con la solución de Blanco y adicionar una gota de Permanganato de Potasio

7. **Descripción del método de ensayo**

7.1. Preparar junto con las muestras, 2 blancos, 2 muestras certificadas y cada 10 muestras un duplicado.

7.2. Pesar 0.5 g de muestra en un *tubo* de plástico de base plana de 50 ml con tapa, blancos (sin muestra), 2 muestras certificadas, leyes alta e intermedia y cada 10 muestras un duplicado. 2 ml de HCl y 1

7.3. Adicionar 5 ml de HNO₃ y 2 ml de HCl, homogenizar y llevar al equipo *Digi Prep JR-SCP Science* por 2 horas a una temperatura de 60°C.


7.4. Enrasar con agua ultra pura hasta 50 ml en el mismo tubo *dejar reposar* por espacio de 8 horas.

7.5. Codificar tubos centrífugos de 15 ml de plástico para las muestras, (incluyendo blancos, (muestras certificadas, duplicados).

7.6 Adicionar una gota de Permanganato de Potasio, homogenizar y *agregar una gota de hidroxilamina*.

7.7 Agregar una gota de antiespumante, a cada uno de las muestras, blancos y muestras de referencia.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-010 Versión : 02 Fecha aprob. : 30/10/2017 Página : 4 de 4
	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ABSORCIÓN ATÓMICA-ARRASTRE DE VAPOR FRÍO EN MUESTRAS SÓLIDAS Y AGUAS	

7.8 Determinación de mercurio

Se leen los estándares en el Vapor Flujo Continuo VP 100 con un valor mínimo R de 0.995 luego se leen las muestras.

8. Aseguramiento de la calidad de resultados

Cada 10 muestras ensayar un duplicado **y un patrón** y/o material de referencia certificado. De ser el número de muestras menor a 10 aplicar el mismo criterio y duplicar la última muestra.

9. Cálculo de resultados

9.1. Cálculo de mercurio en muestras sólidas

$$\text{Hg } (\mu\text{g/g}) = \frac{\text{Lectura } (\mu\text{g/l}) \text{ en la muestra solución} \times \text{Vf (ml)} \times \text{Fd}}{\text{Peso muestra (g)} \times 1000}$$

Donde: Vf = Volumen de fiola.

Fd = Factor de dilución.

L.D.M.= 10 ppb


10. Registros/anexos

10.1. DL-F-238 Registro de verificación- Equipo ICE 3000 THERMO SCIENTIFIC.

10.2. DL-F-239 Informe de Ensayo-Análisis de Mercurio



Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-011 Versión : 02 Fecha aprob. : 09/11/2016
	DETERMINACIÓN DE METALES TRAZA DISUELTOS EN MUESTRAS DE AGUA POR LA TÉCNICA DE ICP-MS	Página : 1 de 4

1. OBJETIVO

Determinar cuantitativamente metales traza en muestras de aguas subterráneas y superficiales por el método de Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS).

2. PRINCIPIO DEL METODO Y ALCANCE

Está diseñado para determinar metales trazas en aguas superficiales y subterráneas, por Espectrometría de Masas con acoplamiento de plasma de inductivo (ICP-MS).

Este método mide la intensidad emitida de las muestras de aguas, previamente acidificada en campo con HNO₃ a pH < 2 y de acuerdo a la presencia de los elementos emite una señal, la cual es registrada en el Software Nexion 300D Perkin Elmer, obteniéndose el resultado final. La determinación analítica multielemental incluye los metales disueltos y elementos trazas de: plata, **aluminio**, arsénico, bario, **berilio**, **bismuto**, cadmio, **cerio**, cobalto, cromo, cobre, **lantano**, manganeso, níquel, plomo, selenio, estroncio, vanadio, zinc, , molibdeno, antimonio, estaño, titanio, **torio**, **talio**, **uranio**, tungsteno, (Ag, **Al**, As, Ba, **Be**, **Bi**, Cd, **Ce**, Co, Cr, Cu, **La**, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn, Mo, Sb, Sn, Ti, **Th**, **Tl**, **U**, W,)

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

3.1 **DL-I-040** Instructivo de operatividad del equipo de ICP-MS.

4. RESPONSABILIDADES

- 4.1. El analista es responsable del análisis multielemental por ICP-MS, preparando las soluciones estándar de calibración del instrumento, la **preparación de** muestras, materiales de referencia certificados, controles de calidad y eliminación de interferencias en la programación para la determinación analítica.
- 4.2. Responsable del Laboratorio es responsable coordinar la ejecución del análisis, supervisar el desarrollo del análisis y la revisión de los resultados para su emisión.
- 4.3. El Director es el responsable de revisar el procedimiento antes de su aprobación.
- 4.4. Coordinador de calidad responsable de realizar el control y mantenimiento de este procedimiento.

5. REACTIVOS Y PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

5.1. REACTIVOS

- Ácido Nítrico concentrado, Ultrapuro, HNO₃ 60% de concentración. (para acidificar la muestras a pH <2)
- **Estándares de calibración multielementales.**
- Agua Ultrapura

5.2. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Para la manipulación de reactivos y materiales de laboratorio para el desarrollo del presente método se debe tener en consideración el uso de los EPP (Equipos de protección personal) guantes, gafas, mascarillas (antiácidos) y los trabajos realizados con ácidos deben realizarse dentro de una campana de extracción.



6. MATERIALES Y EQUIPOS

- Espectrómetro de Masas con Plasma Inductivamente Acoplado (ICP-MS) Marca Perkin Elmer, Modelo *Nexion 300 D*
- Vasos de teflón de 150 ml.
- Tubos de plástico de polipropileno, capacidad 15ml y/o 50ml, para estándares.
- Piseta.
- Parafilm, gradillas.
- Dosificador de ácidos
- Tubos de ensayo plástico capacidad 13mL y/o 30mL

7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE ENSAYO


7.1. Preparación de estándares de calibración

Soluciones estándares para efectuar la curva de calibración:

- Preparar los estándares de calibración en el rango lineal de grupos de elementos en diferentes concentraciones, a partir de la solución estándar de 1000 mg/l para cada elemento con 2% de HNO₃. plata, **aluminio**, arsénico, bario, **berilio**, **bismuto**, cadmio, **cerio**, cobalto, cromo, cobre, **lantano**, manganeso, níquel, plomo, selenio, estroncio, vanadio, zinc, molibdeno, antimonio, estaño, titanio, **torio**, **talio**, **uranio**, tungsteno (Ag, **Al**, As, Ba, **Be**, **Bi**, Cd, **Ce**, Co, Cr, Cu, **La**, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn, Mo, Sb, Sn, Ti, **Th**, **Tl**, **U**, W,)
- Los estándares de calibración deben contener las siguientes concentraciones:

1	Ag	ppb	5	10	50	100	500
2	Al	ppb	5	10	50	100	500
3	As	ppb	5	10	50	100	500
4	Ba	ppb	5	10	50	100	500
5	Be	ppb	5	10	50	100	500
6	Bi	ppb	5	10	50	100	500
7	Ce	ppb	5	10	50	100	500
8	Cd	ppb	5	10	50	100	500
9	Co	ppb	5	10	50	100	500
10	Cr	ppb	5	10	50	100	500
11	Cu	ppb	5	10	50	100	500
12	La	ppb	5	10	50	100	500
13	Mn	ppb	5	10	50	100	500
14	Mo	ppb	5	10	50	100	500
15	Ni	ppb	5	10	50	100	500
16	Pb	ppb	5	10	50	100	500
17	Sb	ppb	5	10	50	100	500
18	Se	ppb	5	10	50	100	500
19	Sn	ppb	5	10	50	100	500
20	Ti	ppb	5	10	50	100	500
21	Th	ppb	5	10	50	100	500
22	Tl	ppb	5	10	50	100	500
23	U	ppb	5	10	50	100	500
24	V	ppb	5	10	50	100	500
25	W	ppb	5	10	50	100	500
26	Zn	ppb	5	10	50	100	500



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-011 Versión : 02 Fecha aprob. : 09/11/2016
	DETERMINACIÓN DE METALES TRAZA DISUELTOS EN MUESTRAS DE AGUA POR LA TÉCNICA DE ICP-MS	Página : 3 de 4

7.2. Procedimiento

7.2.1. De los envases de cationes para metales disueltos:

- Asegurarnos que el pH de las muestras de aguas en los envases sea menor que 2. Utilizar papel indicador y/o pH-metro.
- Realizar el trasvase de la solución a tubos de 15 ml o 30ml para su posterior lectura.

7.2.2. De los envases de cationes para metales totales por Hot block:

- Tomar una alicota de 50 ml en un tubo de digestión.
- Agregar 2.5 ml de ácido nítrico ultrapuro para su digestión en el hotblock controlando una temperatura menor a 90 °C, hasta reducir el volumen a 15 ml aproximadamente, dejar enfriar
- Luego agregar 2.5 ml de ácido nítrico ultrapuro para continuar con la digestión, si es necesario agregar 1 ml de ácido clorhídrico ultrapuro.
- Reducir la muestra hasta 10 ml aproximadamente dejar enfriar.
- Agregar agua ultrapura hasta 50 ml y agitar.

7.2.3. De los envases de cationes para metales totales por Microondas:

- Tomar una alicota de 45 ml en un tubo de digestión.
- Agregar 5 ml de ácido nítrico ultrapuro para su digestión en el microondas en el programa de temperatura de 170 °C, por un espacio de 10 min, dejar enfriar
- Realizar el trasvase de la solución a un tubo de 15 ml o 30 ml.

Nota: Para el caso de muestras de aguas de mar se realizarán análisis de la dilución de la muestra a 10 X, 25 X, 50X o 100X dependiendo de la concentración reportada y del límite de cuantificación del elemento para verificar si ocurre interferencia.

7.3. Determinación Analítica por Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente

El Especialista en Química analítica Instrumental, mide en el espectrómetro ICP-MS las concentraciones ($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$) de plata, **aluminio**, arsénico, bario, **berilio**, **bismuto**, cadmio, **cerio**, cobalto, cromo, cobre, **lantano**, manganeso, níquel, plomo, selenio, estroncio, vanadio, zinc, , molibdeno, antimonio, estaño, titanio, **torio**, **talio**, **uranio**, tungsteno, (Ag, **Al**, As, Ba, **Be**, **Bi**, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, **La**, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn, Mo, Sb, Sn, Ti, **Th**, **Ti**, U, W,) juntamente con los blancos de laboratorio, las muestras de control interno, y se procede como se indica en: El instructivo: DL-I-040 Operatividad del espectrómetro de masas con plasma inductivamente acoplado Nexion 300D. Los cálculos y resultados se obtiene automáticamente a través del software NexION 300D Perkin Elmer. El equipo utilizado es el espectrómetro ICP-MS NexION 300D Perkin Elmer



1	Plata	Ag	108.905
2	Aluminio	Al	26.981
3	Arsénico	As	74.922
4	Bario	Ba	136.905
5	Berilio	Be	9.012
6	Bismuto	Bi	208.980
7	Cadmio	Cd	113.904
8	Cerio	Ce	139.395
9	Cobalto	Co	58.933

MÉTODO DE ENSAYO

Código : DL-ME-011
 Versión : 02
 Fecha aprob. : 09/11/2016

DETERMINACIÓN DE METALES TRAZA DISUELTOS EN MUESTRAS DE AGUA POR LA TÉCNICA DE ICP-MS

Página : 4 de 4

10	Cromo	Cr	51.941
11	Cobre	Cu	62.930
12	Lantano	La	138.906
13	Manganeso	Mn	54.938
14	Molibdeno	Mo	94.906
15	Níquel	Ni	59.933
16	Plomo	Pb	207.977
17	Antimonio	Sb	120.904
18	Selenio	Se	81.917
19	Estaño	Sn	117.902
20	Titanio	Ti	46.952
21	Torio	Th	232.038
22	Talio	Tl	202.972
23	Uranio	U	238.05
24	Tungsteno	W	183.951
25	Vanadio	V	50.944
26	Zinc	Zn	65.926

8. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE RESULTADOS

La exactitud y precisión *del análisis* de las muestras en el laboratorio son monitoreadas por el análisis de blancos, muestras duplicadas cada 20 muestras, material de referencia certificado y controles de calidad internos.

Se reportará en el formato DL-F-245 Informe de ensayo - Muestras de agua.

8.1. Control de Calidad (QC):

Un control analítico se sigue en la secuencia analítica de las muestras, muestras duplicadas, blancos de reactivos, blancos fortificados y otras soluciones (solución tuning) de verificación del funcionamiento instrumental.

9. CALCULO DE RESULTADOS

Los datos de resultados se obtiene automáticamente a través del software NexION 300D para el espectrofotómetro de Masas, por ser el caso de muestras disueltas, en caso se realice dilución de la muestra se debe considerar los datos de volumen y factor de dilución de las muestras.


10. REGISTROS Y ANEXOS

10.1 DL-F-245 Informe de ensayo - Muestras de agua

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-013 Versión : 00 Fecha aprob. : 30/10/2017
	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA ATÓMICA EN MUESTRAS DE AGUAS	Página : 1 de 4

1. Objetivo

Determinar, cuantitativamente, mercurio en muestras de agua por espectrometría de fluorescencia atómica.

2. Principio del Método y Alcance

El mercurio es cuantificado previa conversión del mismo a su forma de metal libre (Hg^0) por reducción con cloruro de estaño en solución ácida.

Mediante la generación de vapor frío, el mercurio es transportado hacia una lámpara específica de mercurio donde es cuantificado por el detector del espectrómetro de fluorescencia atómica.

Es aplicable para la determinación analítica del mercurio total y/o disuelto en muestras de aguas, en concentraciones que varían desde ppt hasta ppb.

3. Documentos de Referencia

3.1 Quick Trace M-8000 Mercury Analyzer. Manual de software.

3.2 Quick Trace M-8000 Mercury Analyzer. Manual del operador.

3.3 Method 245.7 EPA Mercury in Water by Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry.

4. Responsabilidades.

4.1 El Especialista de laboratorio, es el encargado de realizar la medición y disolución de las muestras.


4.2 El Especialista de Laboratorio, está autorizado para realizar la determinación en el espectrofotómetro de fluorescencia atómica.

4.3 El responsable de laboratorio recepciona las solicitudes de análisis y asigna las actividades y el método a usar entre el personal autorizado dando las indicaciones respectivas, realiza la verificación de los resultados y elabora el informe de ensayo a la Dirección de Laboratorios.

5. Reactivos y Precauciones de Seguridad

5.1 Ácido Clorhídrico concentrado, ACS, ULTRAPUR. HCl 30% de concentración.
(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, en campana de extracción).



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-013 Versión : 00 Fecha aprob. : 30/10/2017
	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA ATÓMICA EN MUESTRAS DE AGUAS	Página : 2 de 4

- 5.2 Ácido Nítrico concentrado ACS, ULTRAPUR. HNO₃ 60% de concentración.
(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, en campana de extracción).
- 5.3 Ácido Sulfúrico concentrado ULTRAPUR. H₂SO₄ 96%.
(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas, en campana de extracción).
- 5.4 Solución de Permanganato de Potasio al 5 % (w/v).
(Nota: Corrosivo, usar guantes y gafas).
- 5.5 Solución Reductora: Cloruro de estaño al 10% disuelto en HCl al 7% (w/v).
(Nota: Usar guantes y gafas, en campana de extracción).
- 5.6 Solución de Blanco: solución compuesta por 50 ml de HNO₃ y 20 ml de HCl enrasado con agua ultrapura a 1000 ml.
(Nota: Usar guantes y gafas, en campana de extracción).
- 5.7 Solución de Lavado: compuesta por 10 ml de HNO₃ y 10 ml de HCl, enrasado con agua ultrapura a 1000 ml.
(Nota: Usar guantes y gafas, en campana de extracción).
- 5.8 Solución de Hidroxilamina 12% (w/v).


6. Materiales y Equipos

- 6.1 Espectrofotómetro de Fluorescencia Atómica Quick Trace M-8000 Cetac.
- 6.2 Balanza Analítica con legibilidad de 0.1 mg.
- 6.3 Equipo de digestión Digi Prep JR –SCP Science
- 6.4 Dosificador de ácidos.
- 6.5 Tubos de polietileno de 30 ml.
- 6.6 Micro pipetas.

6.7 Curvas de Calibración

Se preparan a partir de la solución estándar de 100 mg/L, se realizan varias diluciones hasta alcanzar 1 ug/L. A partir de esta concentración se preparan cuatro puntos, cada uno con 10, 20, 50, 100 ng/L de concentración, enrasados con solución de blanco y una gota de Permanganato de Potasio.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-013 Versión : 00 Fecha aprob. : 30/10/2017
	DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA ATÓMICA EN MUESTRAS DE AGUAS	Página : 3 de 4

7. Descripción del Método de Ensayo

7.1. Para la determinación de mercurio disuelto

- 7.1.1 Tomar una alícuota de 20 ml de la muestra en un tubo de 30 ml.
- 7.1.2 Agregar 0.2ml de permanganato de potasio y aforar a 25 ml con agua ultrapura.
- 7.1.3 Adicionar 0.2 ml de solución de hidroxilamina y homogenizar.
- 7.1.4 Realizar la cuantificación con el espectrómetro de fluorescencia atómica.

7.2. Para la determinación de mercurio total

- 7.2.1 Tomar una alícuota de 20 ml de la muestra en un tubo de 30 ml.
- 7.2.2 Adicionar 1 ml de H₂SO₄ y 0.5 ml de HNO₃.
- 7.2.3 Digestar las muestras en un equipo Digi Prep a 60°C por 2 horas.
- 7.2.4 Enfriar y agregar 0.2 ml de Permanganato de potasio y 0.2 ml de Solución de Hidroxilamina enrasar a 25 ml con agua ultrapura.
- 7.2.5 Realizar la cuantificación del mercurio con el espectrómetro de fluorescencia atómica.

8. Aseguramiento de la Calidad de Resultados

- 8.1. Por cada 10 muestras, ensayar un duplicado y un blanco.

9. Cálculo de Resultados

9.1. Cálculo de mercurio en aguas

$$\text{Hg (ng /L)} = \text{Lectura (ng /L) en la muestra solución} \times \text{Fd.}$$

Fd = Factor de dilución.

L.D.M.= 20 ng/L

10. Registros/anexos

- 10.1. DL-F-239 Informe de Ensayo-Análisis de Mercurio.





MÉTODO DE ENSAYO


DETERMINACIÓN DE MERCURIO POR LA TÉCNICA DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA ATÓMICA EN MUESTRAS DE AGUAS

Código : DL-ME-013
Versión : 00
Fecha aprob. : 30/10/2017
Página : 4 de 4

Aprobado por :

Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-014 Versión : 01 Fecha aprob. : 12/09/2016
	ANÁLISIS DE METALES EN MUESTRAS DE AGUA POR ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ÓPTICA ICP-OES	Página : 1 de 4

1. Objetivo

Determinar cuantitativamente los metales disueltos o totales (cationes: Ca, Mg, Na, K, Li, Sr, Fe, S, B, Si) por el método de Espectrometría de Emisión Óptica con fuente de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) vista radial, en muestras de aguas preservadas a pH < 2.

2. Principio del Método y Alcance

Se utiliza para determinar metales y algunos elementos no metálicos en solución. Este método es aplicable a los siguientes analitos: Ca, Mg, Na, K, Li, Sr, Fe, S, B, Si.

El método mide la intensidad emitida de las muestras de aguas filtradas y preservadas a pH < 2, y de acuerdo a la presencia de los elementos emite una señal, la cual es registrada en el software Expert II – Varian 735ES, donde se obtiene el resultado final. La determinación analítica multielemental incluye los elementos: Ca, Mg, Na, K, Li, Sr, Fe, S, B y Si. El método aplica para aguas subterráneas y superficiales. El equipo utilizado es el espectrómetro ICP-OES Varian, Modelo 735-ES.

3. Documentos de referencia


- 3.1. EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por espectrometría de emisión atómica con plasma inductivamente acoplado.
- 3.2. DL - I - 006: Operatividad del Espectrómetro de Emisión Óptica.

4. Responsabilidades

- 4.1 El Analista y/o Técnico de Laboratorio, es el encargado de realizar el rotulado, registro y de ser el caso, la digestión de muestras para la determinación de metales totales y adecuación de las muestras de aguas para su lectura por ICP-OES.
- 4.2 El Analista encargado del análisis de aguas, asiste en el análisis multielemental por ICP-OES, preparando la solución de optimización del equipo (solución tuning), las soluciones estándares de calibración, las soluciones muestras, controles de calidad, muestras fortificadas para la determinación analítica.

El Analista en Química Analítica Instrumental, es el encargado de realizar las lecturas del análisis multielemental en las muestras de aguas y evaluar los resultados para su reporte.

- 4.3 El Responsable de Laboratorio de Química, recibe la documentación y las muestras que serán analizadas, de la Dirección de Laboratorios, coordina con el personal involucrado para la verificación del estado de las condiciones de muestra (muestra de agua filtrada y preservada a pH<2), distribuye las muestras y coordina con el profesional y/o técnico para la codificación y registro, coordinando a su vez con los Especialistas en Química Analítica, para la selección de los controles de calidad y/o controles internos para el aseguramiento de la calidad de los resultados que se emite del laboratorio. Verifica la calidad de los resultados reportados por el Especialista en Química Analítica del ICP-OES y emite los resultados finales del Laboratorio de Química.

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-014 Versión : 01 Fecha aprob. : 12/09/2016
	ANÁLISIS DE METALES EN MUESTRAS DE AGUA POR ESPECTOMETRÍA DE EMISIÓN ÓPTICA ICP-OES	Página : 2 de 4

5. Reactivos y precauciones de seguridad

5.1 Reactivos

- a) Ácido Nítrico concentrado, Ultrapuro, p.a. trazas, HNO₃ 60% de concentración.
- b) Agua ultrapura

5.1.1. Soluciones estándares para efectuar la curva de calibración:

Preparar los estándares de calibración en el rango lineal de grupos de elementos en diferentes concentraciones, a partir de la solución estándar de 1000 mg/L para cada elemento con 1% de HNO₃.

Los estándares de calibración deben contener las siguientes concentraciones:

1	B	mg/L	2	5	10	20		
2	Fe	mg/L	0.2	0.5	1	5		
3	Li	mg/L	0.2	0.5	1	5		
4	Sr	mg/L	0.2	0.5	1	5		
5	Ca	mg/L	1	5	10	20	50	100
6	K	mg/L	1	5	10	20	50	100
7	Mg	mg/L	1	5	10	20	50	100
8	Na	mg/L	1	5	10	20	50	100
9	S	mg/L	1	5	10	20	50	100
10	Si	mg/L	5	10	20	50		

5.1.2. Estándares de Calidad:

Para llevar un control analítico y aseguramiento de la calidad se sigue la secuencia analítica de las muestras, utilizando para el aseguramiento de la calidad (QA) muestras duplicados, blancos de laboratorio, una solución estándar de sintonizado – Tuning- de verificación del funcionamiento instrumental, control de calidad (QC) soluciones estándar, dentro del rango de calibración.

5.2 Precauciones de Seguridad:


Usar los EPP's (Equipos de Protección Personal) Guantes, gafas, mascarillas (antiácidos) y trabajar bajo campana de extracción.

6. Materiales y Equipos

6.1. Equipos y Materiales

- 6.1.1. Espectrómetro Óptico de Emisión con Plasma Inductivamente Acoplado (ICP-OES) Marca Varian, Modelo 735 ES.
- 6.1.2. Plancha de calentamiento



 INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-014 Versión : 01 Fecha aprob. : 12/09/2016
	ANÁLISIS DE METALES EN MUESTRAS DE AGUA POR ESPECTOMETRÍA DE EMISIÓN ÓPTICA ICP-OES	Página : 3 de 4

- 6.1.3. Horno Microondas.
- 6.1.4. Vasos de teflón de 150 mL.
- 6.1.5. Tubos de plástico de polipropileno, capacidad 15mL y/o 50mL, para estándares.
- 6.1.6. Tubos de ensayo plástico capacidad 13mL y/o 30mL, para muestras.
- 6.1.7. Tubos para Horno Microondas
- 6.1.8. Piseta.
- 6.1.9. Parafilm, gradillas.
- 6.1.10. Dosificador de ácidos.
- 6.1.11. Tubos de ensayo plástico capacidad 13mL y/o 30mL, para muestras.

6.2. Condiciones Instrumentales:


Condiciones de Operatividad (ICP-OES)

CONDICIONES	UNIDADES	
Potencia	KW	1.10
Flujo de Plasma	L/min	15.0
Flujo Auxiliar	L/min	1.5
Flujo Nebulizador	L/min	0.75
Altura Visión	mm	11.0
Tiempo Lectura réplica	s	5.0
Retraso de estabilización Instrumento	s	15.0
PARÁMETROS DE INTRODUCCIÓN DE MUESTRA	UNIDADES	
Retraso toma de muestra	s	30.0
Vel. Bomba	rpm	15.0
Tiempo de Lavado	s	10.0
Bombeo rápido (Lavado y retraso de toma)	OK	
PARÁMETROS GENERALES		
Réplicas		3

6.3. Rangos analíticos aplicables.

Nº	Elemento	Símbolo	Longitud de Onda Principal	Longitud de Onda Alterna
1	Boro	B	249.678	249.772
2	Hierro	Fe	259.940	***
3	Litio	Li	670.784	***
4	Estroncio	Sr	421.552	460.733
5	Calcio	Ca	315.887	***
6	Potasio	K	766.491	***
7	Magnesio	Mg	279.079	***
8	Sodio	Na	588.995	***
9	Azufre	S	181.972	182.562
10	Silicio	Si	251.611	***



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-014 Versión : 01 Fecha aprob. : 12/09/2016
	ANÁLISIS DE METALES EN MUESTRAS DE AGUA POR ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ÓPTICA ICP-OES	Página : 4 de 4

7. Descripción del Método de Ensayo

7.1 Determinación Analítica por Espectrometría de Emisión Óptica por Plasma Acoplado Inductivamente

El Analista en Química analítica Instrumental, mide en el espectrómetro ICP-OES las concentraciones ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) de los elementos mencionados en el punto 5.2, los blancos de laboratorio, las muestras certificadas de referencia, muestras adicionadas y se procede como se indica en: El instructivo: DL-I-006: Operatividad del Espectrómetro de Emisión Óptica. Los cálculos y resultados se obtienen automáticamente a través del software Expert II.

8. Aseguramiento de la Calidad de Resultados

La exactitud y precisión de las muestras geoquímicas en el laboratorio son monitoreadas por los análisis de blancos, muestras duplicadas cada 10 muestras, material de referencia certificado y controles de calidad internos.

Los resultados de ensaye son reportados una vez que se han aprobado los procedimientos de QA/QC.

9. Cálculo de Resultado

Obtención de Resultados Analíticos


Los datos de resultados se obtiene automáticamente a través del espectrómetro Varian Modelo 735 ES, para el software Expert II, ingresando los datos de volumen y factor de dilución de las muestras, si fuera el caso.

10. Registro / Anexo

- 10.1 DL-F-245 Dirección de Laboratorio – Laboratorio de Química Informe de Resultados.
- 10.2 Registro automático en el Espectrómetro del software Expert II Varian 735-ES
- 10.3 Disco: H

Aprobado por	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
--------------	---



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-015 Versión : 00 Fecha aprob. : 22/10/2015
	DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL EN MUESTRAS DE AGUA	Página : 1 de 4

1. OBJETIVO:

Determinar la concentración de alcalinidad total (mg/L CaCO₃) en muestras de agua (superficial, subterránea y potable).

2. PRINCIPIO DEL MÉTODO Y ALCANCE:

Los iones hidroxilo presentes en una muestra como resultado de la disociación o la hidrólisis de la reacción de los solutos con adiciones del ácido estandarizado. La alcalinidad por lo tanto depende del pH en el punto final usado.

Para muestras de baja alcalinidad (menos de 20 mg CaCO₃) se usa la técnica de extrapolación basada en la proporcionalidad cercana de la concentración de los iones hidrógeno para exceso de titulante mas allá del punto de equivalencia. La cantidad de ácido estandarizado necesaria para reducir el pH exactamente a pH 0.3 se mide cuidadosamente. De que este cambio de pH corresponde a una duplicación exacta de iones hidrógeno, se puede hacer una extrapolación simple al punto de equivalencia.

Punto final: Cuando la alcalinidad se debe completamente al contenido de carbonato o bicarbonato, el pH en el punto de equivalencia de la titulación es determinado por la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en esa etapa. La concentración de CO₂ depende, en este caso, del total de especies de carbonato originalmente presentes y de algunas pérdidas que pueden haber ocurrido durante la titulación. Los valores de pH en la Tabla 2320:I (APHA, AWWA, WEP), son sugeridos como puntos de equivalencia para las concentraciones de alcalinidad correspondientes, como mg CaCO₃ por litro.

Aplica para las muestras de agua (superficial, subterránea y potable).

Tabla 2320:I Valores de pH en los puntos finales


Condición del Análisis	PH del punto final	
	Alcalinidad Total	Alcalinidad a la Fenolftaleína
Alcalinidad, mgCaCo3/L:		
30		
150	4.9	8.3
500	4.6	8.3
Silicatos, fosfatos conocidos o supuestos	4.3	8.3
Análisis de rutina o automatizado	4.5	8.3
Desecho industrial o sistema complejo	4.5	8.3
	4.5	8.3

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- 3.1 Standard Methods: Alkalinity (2320)/Titration Method 22ND EDITION
- 3.2 Certificados de calibración de los instrumentos de medición.
- 3.3 Hojas informativas sobre sustancias peligrosas (MSDS).

4. RESPONSABILIDADES:

- 4.1 El Director de Laboratorios es responsable de aprobar el presente método de ensayo.

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-015 Versión : 00 Fecha aprob. : 22/10/2015
	DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL EN MUESTRAS DE AGUA	Página : 2 de 4

4.2 El Responsable del Laboratorios debe verificar y supervisar el cumplimiento del presente método de ensayo.

4.3 El personal del laboratorio, autorizado para realizar el ensayo, deberá ejecutar el presente método de acuerdo a lo establecido.

5. REACTIVOS Y PRECAUCIONES DE SEGURIDAD:

5.1 Reactivos:

- Solución de Carbonato de Sodio 0.05N.
- Ácido sulfúrico PA ISO 95-97%.
- Agua ultrapura 18.2 MΩ-cm.

5.2 Estándares:

- Solución estándar de Ácido Sulfúrico 0.1N.
- Solución estándar de Ácido Sulfúrico 0.02N.

5.3 Seguridad

5.3.1 Para la manipulación de Carbonato de Sodio:

Protección de las manos: Necesaria.

Protección ocular: Necesaria.

5.3.2 Para la manipulación de Ácido sulfúrico:

Protección respiratoria: Necesaria.

Protección de las manos: Necesaria.

Protección ocular: Necesaria.

6. MATERIALES Y EQUIPOS:

6.1 Materiales

- Vaso de precipitados de 150 y 250 ml.
- Pipetas volumétricas de 25, 50 y 100 ml.
- Fiolas de 100, 200 y 1000 ml.
- Microbureta de 5.00 y 100.00 ml.
- Micropipeta de 1.000 – 5.000 ml.
- Bureta de 50 ml.
- Lunas de reloj.
- Botellas de vidrio de 1000 ml.
- Soporte universal.

6.2 Equipos

- Mufia eléctrica.
- pH-metro.
- Agitadores magnéticos con magnetos.
- Plancha de calentamiento.

7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE ENSAYO:


7.1 Preparación de soluciones

7.1.1 **Carbonato de sodio 0.05N:** secar 3 g de estándar primario de Na_2CO_3 a 250°C por 04 horas, dejar enfriar en un desecador y pesar 0.5 ± 0.2 g, disolver con agua ultrapura y transferir a una fiola de 200 ml, luego, aforar y homogenizar la solución. La solución, no debe guardarse más de una semana.

7.2 Preparación de soluciones estándar

7.2.1 **Ácido sulfúrico 0.1N:** Tomar una alícuota de 1.389 ml de ácido sulfúrico PA ISO 95-97% en una fiola de 500 ml con agua ultrapura, luego, aforar y homogenizar la solución.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-015 Versión : 00 Fecha aprob. : 22/10/2015
	DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL EN MUESTRAS DE AGUA	Página : 3 de 4

7.2.2 Ácido sulfúrico 0.02N: Tomar una alícuota de 200 ml de ácido sulfúrico 0.1N en una fiola de 1000 ml con agua ultrapura, luego, aforar y homogenizar la solución.

7.2.3 Carbonato de sodio 100ppm: secar 3 g de estándar primario de Na₂CO₃ a 250°C por 04 horas, dejar enfriar en un desecador y pesar 0.1 ± 0.2 g, disolver con agua ultrapura y transferir a una fiola de 1000 ml, luego, aforar y homogenizar la solución. La solución debe almacenarse a 4°C pero, no debe guardarse más de una semana.

7.3 Estandarización del ácido sulfúrico 0.02N: Estandarizar con una mezcla de 15 ml de Na₂CO₃ 0.05N y 85 ml de agua ultrapura, contenidos en un vaso de precipitado. Titular potenciométricamente con la bureta de 50 ml hasta un pH cercano a 5. Retirar el electrodo, enjuagar dentro del mismo vaso, cubrir el vaso con una luna de reloj y hervir suavemente por 1 minuto. Retirar y enfriar a temperatura ambiente lo más rápido posible, enjuagar la luna de reloj dentro del vaso y terminar la titulación hasta alcanzar el pH 4.5 (punto de inflexión). Luego, calcular la normalidad de la siguiente manera:

$$\text{Normalidad, N} = \frac{A \times B}{53.00 \times C}$$

Donde:

A: Peso del estándar primario de Na₂CO₃ en 200 ml.

B: Volumen de la solución de Na₂CO₃ 0.05N tomados para la titulación

C: Volumen de ácido sulfúrico 0.02N gastado.

Para asegurar la exactitud de la estandarización del ácido sulfúrico 0.02N, realizar la titulación por duplicado y obtener un promedio final.

Para determinar la concentración aproximada de CaCO₃ en la muestra, tener en consideración que 1ml de solución de ácido sulfúrico 0.02N equivale a 1.00mg de CaCO₃.

7.4 Titulación de la muestra:

7.4.1 Para muestras de alta alcalinidad (>20ppm):

7.4.1.1 En la primera etapa, titular una muestra de 50 ml con ácido sulfúrico 0.02N hasta llegar a pH 8.3. Luego, anotar el volumen gastado (V₁).

Si el pH inicial es menor a 8.3, anotar volumen gastado como cero y, seguir desde el punto **7.4.1.2.**

7.4.1.2 En la segunda etapa, adicionar titulante (ácido sulfúrico 0.02N) hasta llegar a pH 4.5. Luego, anotar el volumen gastado (V₂).

7.4.2 Para muestras de baja alcalinidad (<20ppm):


7.4.2.1 En la primera etapa, titular una muestra de 100 ml con ácido sulfúrico 0.02N hasta llegar a pH 8.3. Luego, anotar el volumen gastado (V₁).

Si el pH inicial es menor a 8.3, anotar volumen gastado como cero y, seguir desde el punto **7.4.2.2.**

7.4.2.2 En la segunda etapa, adicionar titulante (ácido sulfúrico 0.02N) hasta llegar a pH entre 4.7 - 4.3 y anotar el volumen gastado (V₂).

7.4.2.3 En la tercera etapa, adicionar titulante hasta disminuir en 0.3 unidades el pH anterior y registrar este nuevo volumen (V₃).



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-015 Versión : 00 Fecha aprob. : 22/10/2015
	DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL EN MUESTRAS DE AGUA	Página : 4 de 4

8. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE RESULTADOS:

- 8.1 Verificar el pH-metro.
- 8.2 Estandarizar la solución titulante (Cada vez que se prepare).
- 8.3 Aplicar controles internos (Na₂CO₃ 99.99%).
- 8.4 Insertar Blancos (Agua ultrapura Tipo I).
- 8.5 Generar Duplicados de muestra (Una vez por bloque).

9. CÁLCULO DE RESULTADOS:

9.1 Para titulación de alta alcalinidad:

$$\text{Alcalinidad Total, mgCaCO}_3/\text{L} = \frac{A \times N \times t \times 50000}{\text{mL muestra}}$$

Donde:

- A = Volumen de titulante (V₁ + V₂).
- N = Normalidad del titulante (0.02).
- t = Factor de la solución titulante (Vol. teórico/Vol. experimental).

9.2 Para titulación de baja alcalinidad:

$$\text{Alcalinidad Total, mgCaCO}_3/\text{L} = \frac{(2B - C) \times N \times t \times 50000}{\text{mL muestra}}$$

Donde:


- B = Volumen de titulante en el primer pH registrado (V₁).
- C = Volumen de titulante gastado hasta disminuir en 0.3 el pH de muestra con V₂ (V₂+V₃).
- N = Normalidad del titulante (0.02).
- t = Factor de la solución titulante (Vol. teórico/Vol. experimental).

10. REGISTROS/ANEXOS:

- 10.1 DL-F-024: Registro de calibración y verificación del potenciómetro.
- 10.2 DL-F-045: Determinación de Alcalinidad Total en muestras de agua.



Aprobado por	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
--------------	---

	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-016 Versión : 00 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO DETERMINADAS POR ICP-MS	Página : 1 de 4

1. OBJETIVO

Determinar cuantitativamente el contenido de tierras raras por el método de Espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), muestras de rocas después de una disolución con metaborato de litio por fusión eléctrica.

2. PRINCIPIO DEL METODO Y ALCANCE

Para el análisis por ICP-MS se requiere que las muestras estén en solución, la muestra en forma líquida, por medio de una bomba peristáltica hacia el nebulizador para formar un aerosol, el cual es conducido a la zona de ionización que consiste en un plasma que alcanza temperaturas de 8000°K, en estas condiciones, los átomos presentes en la muestra son ionizados, luego pasan al cuádruplo a través de una interfase de vacío, allí son separados según su relación carga/masa y finalmente llegan al detector para su cuantificación y posterior recopilación de los datos vía software Nexion, para el reporte de resultados

El equipo utilizado es el Espectrómetro ICP-MS, marca Perkin Elmer y modelo Nexion 300D.


3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- 3.1 DL-I-040 Operatividad del espectrofotómetro de masas con plasma inductivamente acoplado Nexion 300d.
- 3.2 DL-I-018 Funcionamiento y operación de la plancha de calentamiento Thermolyne.

4. RESPONSABILIDADES

- 4.1 El Analista encargado de la disolución de muestras, es el encargado de realizar el rotulado, registro, pesaje y disolución con metaborato de litio por fusión eléctrica de muestras de exploración y sedimentos.
- 4.2 El Analista encargado de la operatividad del ICP-MS, prepara las soluciones de calibración del instrumento, las diluciones de muestras, solución tuning y eliminación de interferencias en la programación para la determinación analítica.
- 4.3 El Responsable del Laboratorio de Química coordina los trabajos de disolución de muestras por metaborato de litio por fusión eléctrica, asignando labores al analista encargado de la operatividad del ICP-OES, verificando la calidad de los resultados emitidos.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-016 Versión : 00 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO DETERMINADAS POR ICP-MS	Página : 2 de 4

5. REACTIVOS Y PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Reactivos

- Ácido Clorhídrico concentrado, ULTRAPURO de 30% de concentración.
- Ácido Nítrico concentrado, ULTRAPURO de 60% de concentración.
- Ácido Fluorhídrico concentrado SUPRAPUR de 40 % de concentración.


Precauciones de seguridad

Los especialistas durante el desarrollo de los métodos deberán hacer uso obligatorio de los Equipos de protección Personal (EPP) guantes, mascarillas, respiradores y protectores auditivos, observando especial cuidado en la manipulación de ácidos concentrados.

Tabla N°1. Soluciones estándar para efectuar la curva de calibración

Masa	Unidad	STD-1	STD-2	STD-3	STD-4	STD-5
Be 9	ppb	5	10	20	50	100
Ce 140	ppb	5	10	20	50	100
Cs 133	ppb	5	10	20	50	100
Dy 161	ppb	5	10	20	50	100
Er 166	ppb	5	10	20	50	100
Eu 153	ppb	5	10	20	50	100
Ga 71	ppb	5	10	20	50	100
Gd 160	ppb	5	10	20	50	100
Hf 178	ppb	5	10	20	50	100
Ho 165	ppb	5	10	20	50	100
In 115	ppb	5	10	20	50	100
Lu 175	ppb	5	10	20	50	100
Nb 93	ppb	5	10	20	50	100
Nd 143	ppb	5	10	20	50	100
Pr 141	ppb	5	10	20	50	100
Sm 147	ppb	5	10	20	50	100
Ta 181	ppb	5	10	20	50	100
Tb 159	ppb	5	10	20	50	100
Th 232	ppb	5	10	20	50	100
Tl 205	ppb	5	10	20	50	100
Tm 169	ppb	5	10	20	50	100
U 238	ppb	5	10	20	50	100
W 186	ppb	5	10	20	50	100
Yb 172	ppb	5	10	20	50	100



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-016 Versión : 00 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO DETERMINADAS POR ICP-MS	Página : 3 de 4

6. MATERIALES Y EQUIPOS

- 6.1 Espectrómetro de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) marca Nexion modelo 300D.
- 6.2 Balanza analítica Sartorius con precisión de 0.1 mg.
- 6.3 Equipo de fusión eléctrica marca Claisse modelo The Ox.
- 6.4 Crisoles de platino.
- 6.5 Vasos de teflón y agitadores magnéticos.
- 6.6 Fiolas de teflón de 100 mL de capacidad.


7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

- 7.1 Preparar junto con las muestras, 2 blancos, 4 materiales de referencia certificadas de leyes alta, intermedia y baja, así como un duplicado por cada 10 muestras.
- 7.2 Pesar 0.1 +/- 0.005 g de muestras de roca en crisoles de platino. Dependiendo del número de muestras pesar cada 10 muestras un duplicado.
- 7.3 Adicionar 2.0 g +/- 0.1 g de fundente metaborato de litio.
- 7.4 Homogenizar cuidadosamente la muestra con el fundente.
- 7.5 Colocar el crisol de platino conteniendo la mezcla muestra fundente en el equipo de fusión eléctrica, además del backer de teflón conteniendo la solución acida.
- 7.6 Programar el método fusión borato en software del equipo, el programa se ejecuta a 950°C por un espacio de 35 minutos.
- 7.7 Se procede a retirar el backer de teflón y se vierte en las fiolas de teflón de 100mL de capacidad, enjuagando el backer hasta completar el volumen.
- 7.8 Observar si la disolución es transparente, caso contrario repetir el procedimiento.
- 7.9 Consideraciones para la preparación de muestras por el método de fusión.
 - 7.9.1 Las muestras con contenidos altos de sulfuros (> 5%), deber ser previamente calcinadas en un rango de temperaturas de 800°C a 900°C durante dos horas en mufla.
 - 7.9.2 Dejar las muestras en el desecador.

Tabla N°2. Condiciones de Operatividad (ICP-MS)

Condiciones	Unidades	
Potencia	KW	1.40
Flujo de Plasma	L/min	18.0
Flujo Auxiliar	L/min	1.1
Flujo Nebulizador	L/min	0.95-1-05
Modo de lectura		Estándar
Velocidad de la Bomba	rpm	3
Replicas		2



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-016 Versión : 00 Fecha aprob. : 08/06/2016
	ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO DETERMINADAS POR ICP-MS	Página : 4 de 4

8. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE RESULTADOS

La exactitud y la precisión de las muestras analizadas en el laboratorio son monitoreadas mediante la inclusión de blancos de reactivo, duplicados cada 10 muestras y materiales de referencia certificados. De presentarse un número de muestras menor a 10, se contemplará el mismo criterio y se duplicará la última muestra.

9. CALCULO DE RESULTADOS


Los datos de los resultados se obtienen automáticamente a través del software Nexion instrument Control sesión, para el espectrofotómetro de ICP-MS, marca Perkin Elmer, modelo Nexion 300D.

10. REGISTROS.

10.1 DL-F-005 Informe de ensayo - Fusión borato de litio, ICP-MS

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-017 Versión : 01 Fecha aprob. : 06/07/2018
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO, DETERMINADAS POR ICP - OES	Página : 1 de 6

1. OBJETIVO

Determinar cuantitativamente por el método de Espectrometría de emisión Óptica usando una fuente de plasma acoplada inductivamente (ICP-OES), elementos mayores (ppm, %) de Silicio, Aluminio, Titanio, Hierro, Manganeso, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Fósforo; además de Zirconio e Itrio, en muestras de rocas después de una disolución con metaborato de litio por fusión eléctrica.

2. PRINCIPIO DEL MÉTODO Y ALCANCE

El ICP necesita que las muestras a analizar estén en solución. El nebulizador transforma la solución en Aerosol. La luz emitida por los átomos de algún elemento en el ICP deben ser convertidos a señales eléctricas las cuales pueden ser medidas cuantitativamente. La intensidad de la señal del electrón es comparada con intensidades de una concentración conocida.


Es un método basado en la medición de la intensidad emitida de las muestras de rocas, previamente puestas en disolución con metaborato de litio por fusión eléctrica, de acuerdo a la presencia o ausencia de los elementos emite una señal, la cual es registrada en el software Expert II de Varian 735 ES de donde se obtiene el resultado final. La determinación analítica multielemental es por los elementos mayores: Silicio, Aluminio, Titanio, Hierro, Manganeso, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Fósforo; además de Zirconio e Itrio.

El equipo utilizado es el Espectrómetro ICP-OES Varian 735 ES- Radial.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- 3.1 DL-I-006 Operatividad del espectrofotómetro de emisión óptica de plasma acoplado por inducción (icp-oes).
- 3.2 *DL-I-041 operatividad del equipo de fusión eléctrica.*
- 3.3 *DL-I-044 Verificación de balanzas analíticas.*



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-017 Versión : 01 Fecha aprob. : 06/07/2018
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO, DETERMINADAS POR ICP - OES	Página : 2 de 6

4. RESPONSABILIDADES

- 4.1 El Analista encargado de la disolución de muestras, es el encargado de realizar el rotulado, registro, pesaje y disolución con metaborato de litio por fusión eléctrica de muestras de exploración y sedimentos.
- 4.2 El Analista encargado de la operatividad del ICP-OES, prepara las soluciones estándar de calibración del instrumento, las diluciones de muestras, materiales de referencia certificados, soluciones tuning y eliminación de interferencias en la programación para la determinación analítica.
- 4.3 El Analista encargado de la operatividad del ICP-OES, es el encargado de realizar la determinación analítica multielemental de los elementos: Silicio, Aluminio, Titanio, Hierro, Manganeso, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio y Fósforo; además del *Zirconio e Itrio*.
- 4.4 El Responsable del Laboratorio Químico, recibe la documentación y las muestras que serán analizadas de la Dirección de Laboratorios, distribuye las muestras y coordina con el Analista encargado de la disolución de muestras para la realización de su codificación, registro, pesaje y disolución con metaborato de litio por fusión eléctrica, coordinando a su vez con el Analista encargado de la operatividad del ICP-OES. Coordina con los analistas la selección de los materiales de referencia y controles analíticos para el aseguramiento de la calidad de los resultados que se emite del laboratorio. Verifica la calidad de los resultados emitidos por el Analista encargado de la operatividad del ICP-OES y emite los reportes técnicos.

5. REACTIVOS Y PRECAUCIONES DE SEGURIDAD


5.1 Reactivos

- Ácido Clorhídrico concentrado, de 30 - 38% de concentración en trazas ppt
- Ácido Nítrico concentrado, de 60 - 70% de concentración en trazas ppt
- Ácido Fluorhídrico concentrado SUPRAPUR de 40 % de concentración.

5.2 Precauciones de seguridad

Los especialistas durante el desarrollo de los métodos deberán hacer uso obligatorio de los Equipos de protección Personal (EPP) guantes, mascarillas, respiradores y protectores auditivos, observando especial cuidado en la manipulación de ácidos concentrados.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-017 Versión : 01 Fecha aprob. : 06/07/2018
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO, DETERMINADAS POR ICP - OES	Página : 3 de 6

6. MATERIALES Y EQUIPOS:

Materiales

- Crisoles de platino.
- Vasos de teflón y agitadores magnéticos.
- Fiolas de teflón de 100 mL de capacidad.
- Tubos de plástico de polipropileno de 10mL.
- Micropipetas volumétricas.

Equipos

- Espectrómetro de Emisión Óptica acoplado a un plasma inductivamente acoplado marca Varian modelo 735-ES.
- Automuestreador CETAC ASX-520.
- Balanza analítica con precisión de 0.1 mg.
- Equipo de fusión eléctrica marca Claisse modelo The Ox.

7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DEL METODO DE ENSAYO.

7.1 Pesado de muestras.

El Responsable del Laboratorio destina las muestras a ser procesadas, donde se incluyen como mínimo 03 muestras de control certificadas, 01 duplicado cada 10 muestras procesadas y 01 blanco de proceso, al analista de laboratorio encargado del pesaje y disolución de muestras, quien realiza lo siguiente:

- a) Pesar 0.1 g de la muestra en un crisol de platino.
- b) Adicionar 2.0g de fundente metaborato de litio.
- c) Homogenizar cuidadosamente la muestra con el fundente.



MÉTODO DE ENSAYO

ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO, DETERMINADAS POR ICP - OES

Código : DL-ME-017
 Versión : 01
 Fecha aprob. : 06/07/2018
 Página : 4 de 6

7.2 Disolución de las muestras.


- a) Colocar el crisol de platino conteniendo la mezcla en el equipo de fusión eléctrica,
- b) Colocar el backer de teflón conteniendo la solución acida de agua regia invertida al 5%.
- c) Programar el método fusión borato en software del equipo, el programa se ejecuta a 850-950°C por un espacio de 35 minutos.
- d) Se procede a retirar el backer de teflón y se vierte en las fioles de teflón de 100mL de capacidad, enjuagando el backer hasta completar el volumen.
- e) Observar si la disolución es transparente, caso contrario repetir el procedimiento.
Consideraciones para la preparación de muestras por el método de fusión.
- f) Las muestras con contenidos altos de sulfuros (> 5%), deber ser previamente calcinadas en un rango de temperaturas de 800°C a 900°C durante dos horas en mufla.
- g) Dejar las muestras en el desecador y luego proceder desde el punto de pesaje.

7.3 Preparación de soluciones estándar para efectuar las curvas de calibración.

Preparar los estándares de calibración en el rango lineal de grupos de elementos en diferentes concentraciones, a partir de la solución estándar de 1000 mg/l para cada elemento con 5% ARI.

N°	ELEMENTO	UNIDAD	STD1	STD2	STD3
1	Al	mg/L	10	20	50
2	Ca	mg/L	10	20	50
3	K	mg/L	10	20	50
4	Mg	mg/L	10	20	50
5	Mn	mg/L	10	20	50
6	Fe	mg/L	10	20	50
7	Ti	mg/L	10	20	50
8	Na	mg/L	10	20	50
9	P	mg/L	10	20	50
10	Si	mg/L	20	40	80
11	Y	mg/L	1	5	10
12	Zr	mg/L	1	5	10



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-017
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO, DETERMINADAS POR ICP - OES	Versión : 01 Fecha aprob. : 06/07/2018 Página : 5 de 6

7.4 Determinación Analítica por Espectrometría de Emisión Óptica por Plasma Acoplado Inductivamente

El analista encargado del área Instrumental, mide en el espectrómetro ICP-OES las concentraciones ($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$) de Silicio, Aluminio, Titanio, Hierro, Manganeso, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Fósforo, Zirconio e Itrio, además de los blancos de laboratorio, las muestras certificadas de referencia, las muestras de control interno, las muestras duplicadas y se procede como se indica en el instructivo: DL-I-006 "Operatividad del Espectrómetro de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES) Varian 735-ES". Los cálculos y resultados se obtiene automáticamente a través del software Expert II para el espectrómetro Varian.

Condiciones Instrumentales:

Condiciones de Operatividad (ICP-OES)


Condiciones	Unidades	
Potencia	KW	1.20
Flujo de Plasma	L/min	15.0
Flujo Auxiliar	L/min	1.5
Flujo Nebulizador	L/min	0.75
Altura Visión	mm	10.0
Tiempo Lectura réplica	s	3.0
Retraso de estabilización Instrumento	s	15.0

PARAMETROS DE INTRODUCCIÓN DE MUESTRA	Unidades	
Retraso toma de muestra	s	30.0
Velocidad de la Bomba	rpm	15.0
Tiempo de Lavado	s	50.0
Bombeo rápido (Lavado y retraso de toma de muestra)	OK	
PARÁMETROS GENERALES		
Réplicas		3

8. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE RESULTADOS

La exactitud y la precisión de las muestras analizadas en el laboratorio son monitoreadas mediante la inclusión de blancos de reactivo, duplicados cada 10 muestras y materiales de referencia certificados. De presentarse un número de muestras menor a 10 se procederá bajo el mismo criterio y se duplicará la última muestra.



	MÉTODO DE ENSAYO	Código : DL-ME-017 Versión : 01 Fecha aprob. : 06/07/2018
	ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO, DETERMINADAS POR ICP - OES	Página : 6 de 6

Los resultados de ensayo son reportados una vez que se han aprobado los procedimientos de QA/QC. Graficas de control.

9. CALCULO DE RESULTADOS

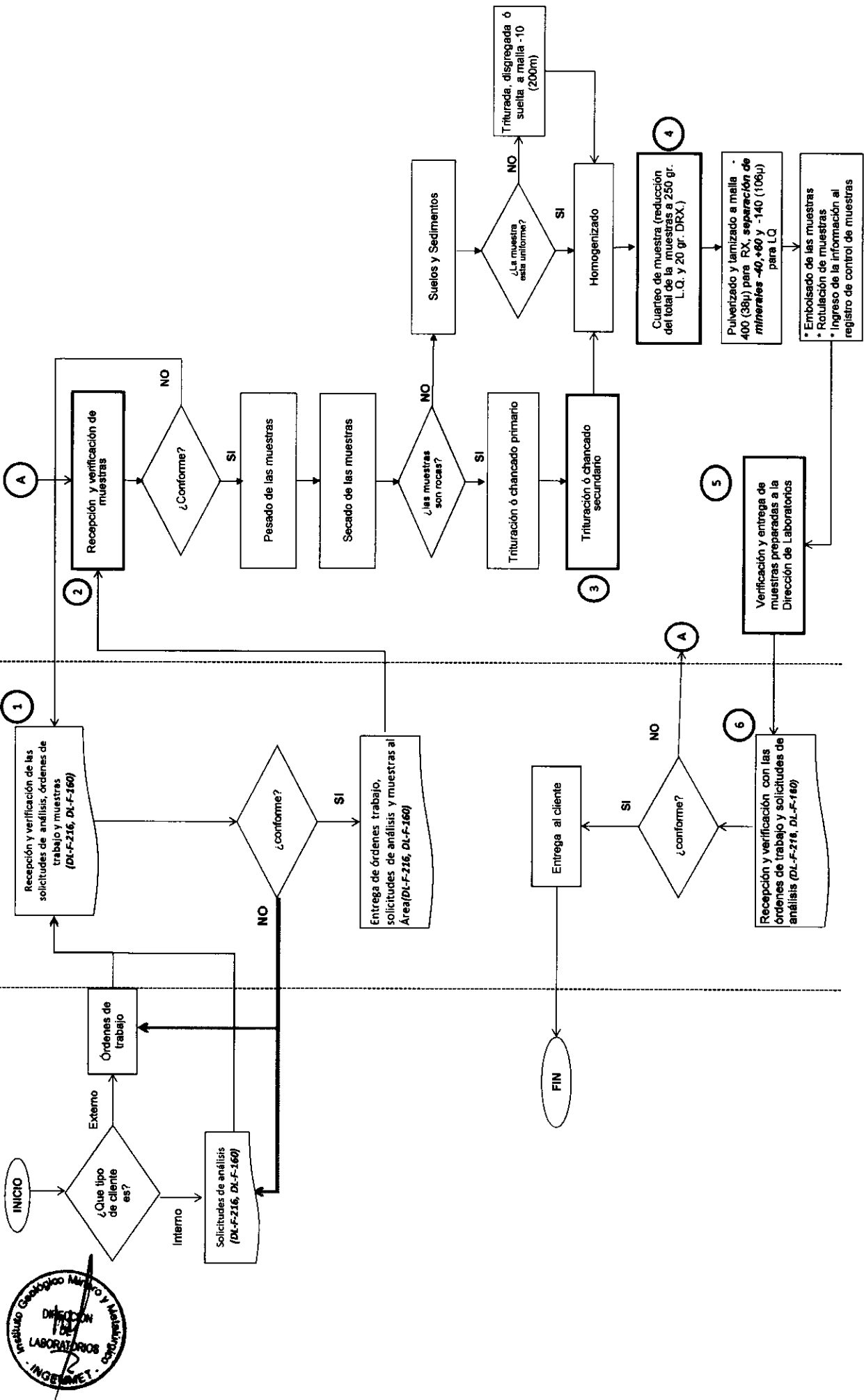
Los datos de los resultados se obtienen automáticamente a través del software Expert II, para el espectrofotómetro Varian ES-735, ingresando los datos de peso, volumen y factor de dilución de las muestras.

10. REGISTROS.

- 10.1 Registro automático del Espectrómetro Varian para métodos cuantitativos del software Expert.
- 10.2 DL-F-227 Informe de ensayo Roca total 18 elementos
- 10.3 DL-F-228 Informe de ensayo Roca total digestión multiácida.
- 10.4 DL-F-241: Gráficas de Control.
- 10.5 Registro en la unidad de Red: W

Aprobado por :	Edwin Loaiza Choque DIRECTOR DE LABORATORIOS
----------------	---





Código DL-FP-001
Versión 04
Fecha de aprob. 18/12/2018
Página 1 de 1

Aprobado por:
Edwin Loaliza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS

Prohibido reproducir sin la autorización del RD de INGEMMET



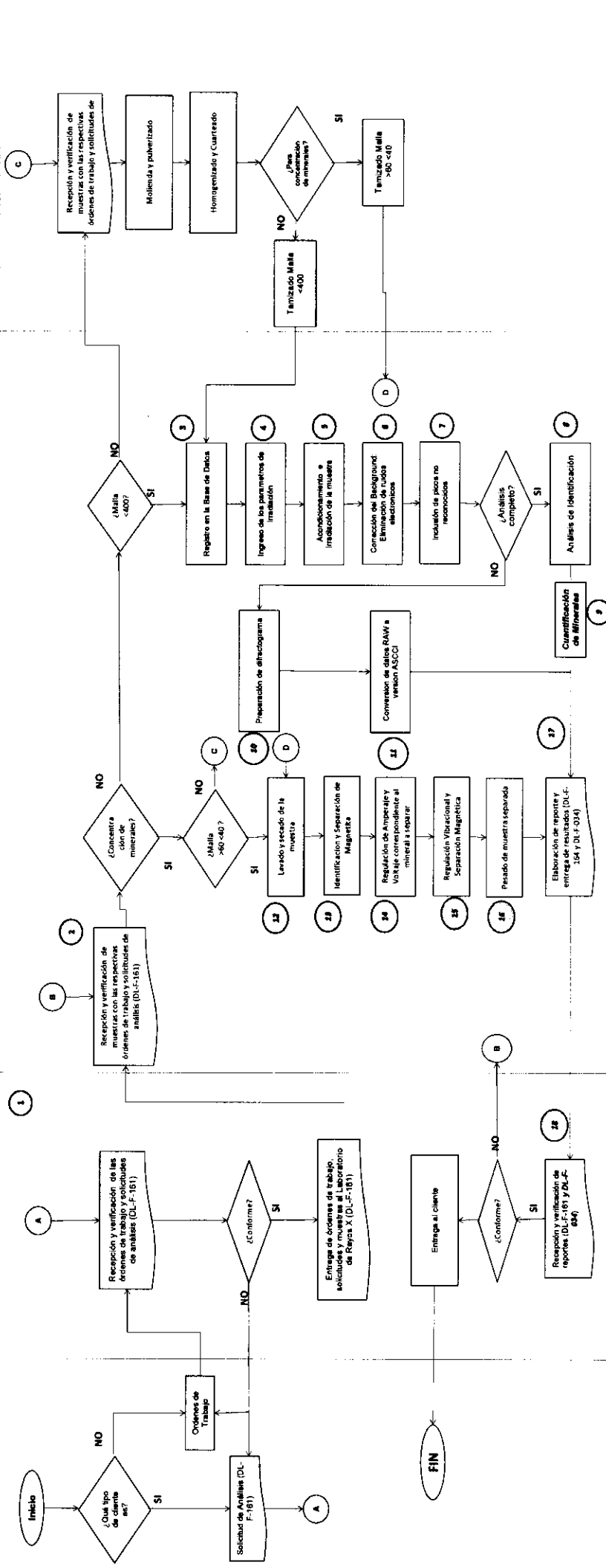
SECTOR MINERÍA Y METALURGÍA
INGENMET
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

CLIENTES

PROCESO DE LA DETERMINACIÓN MINERALÓGICA DE ROCAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

LABORATORIO DE RAYOS X

LAB. DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS - ÁREA DE PREP. MECÁNICA



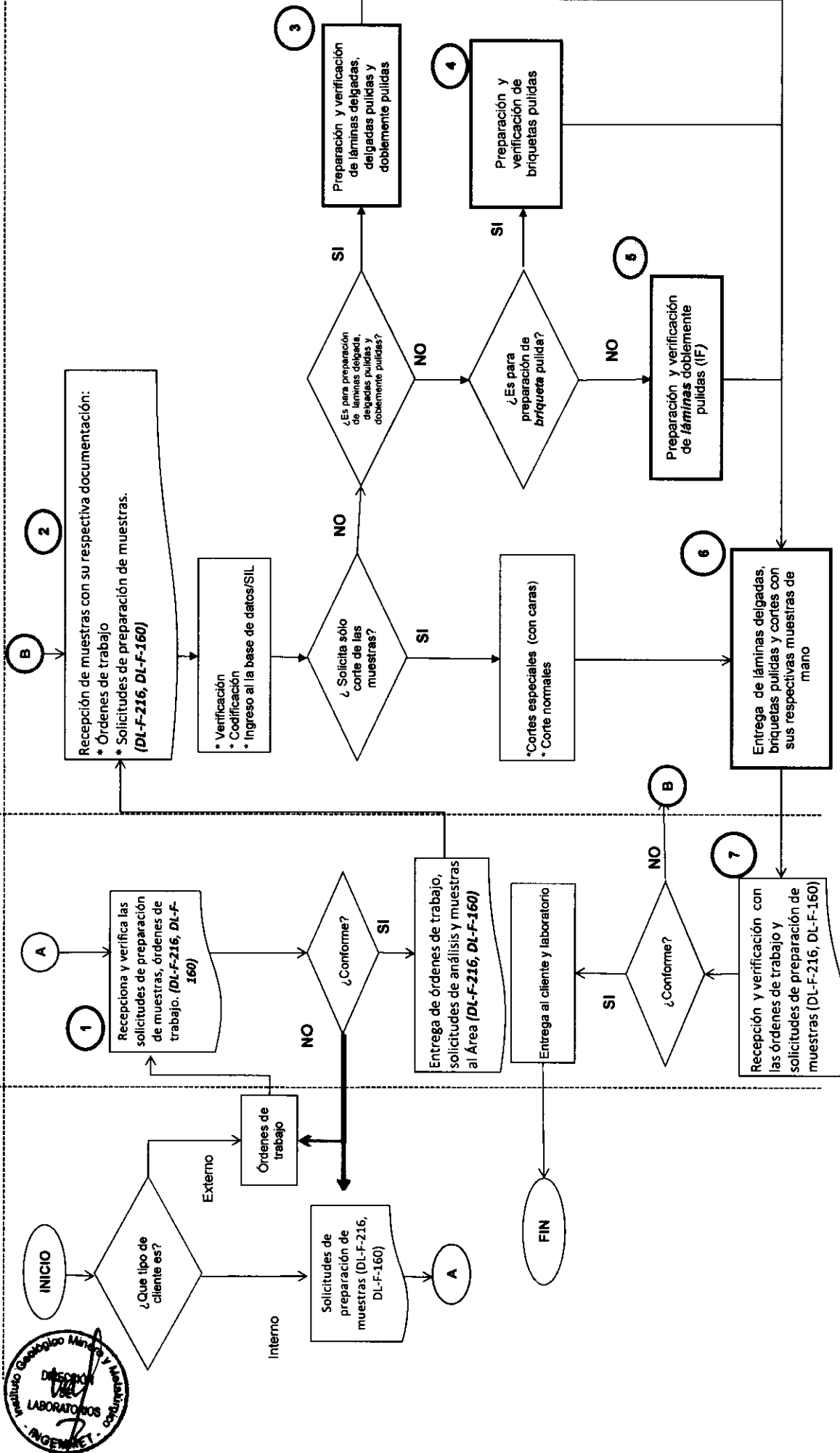
Código: DL-FP-002
 Versión: 04
 Fecha de aprob.: 1 de 1
 Página:

13/12/2016
 Aprobado por:
 Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS
 Prohibida reproducir sin autorización del RD de INGENMET

LABORATORIO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS - ÁREA DE PETROTOMÍA

DIRECCIÓN DE LABORATORIOS

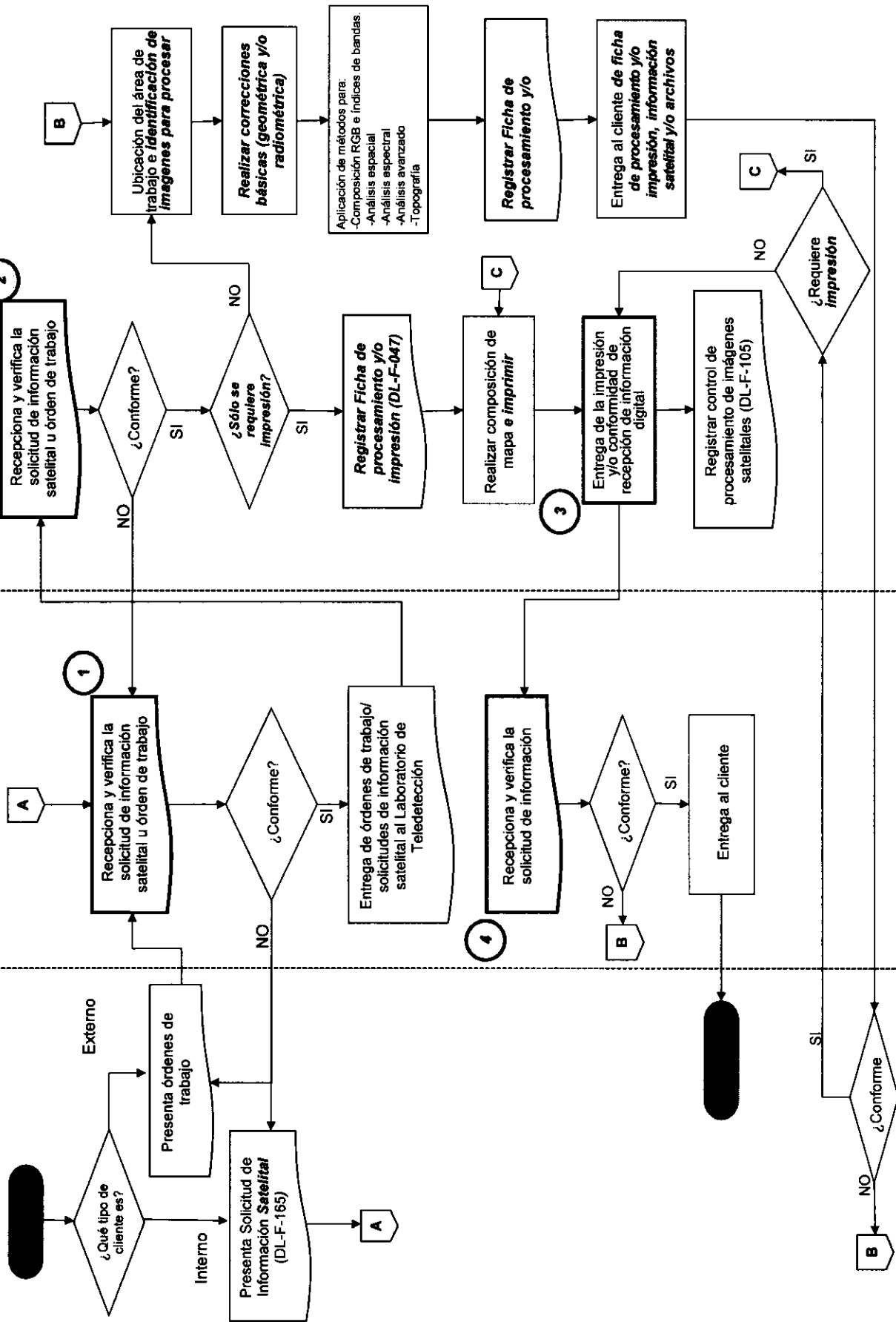
CLIENTES INTERNOS Y EXTERNOS



Código: DL-FP-003
Versión: 04
Fecha de aprob.: 16/12/2016
Página: 1 de 1

Aprobado por: Edwin Loaitza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS

Prohibido reproducir sin autorización del RD de INGEMMET

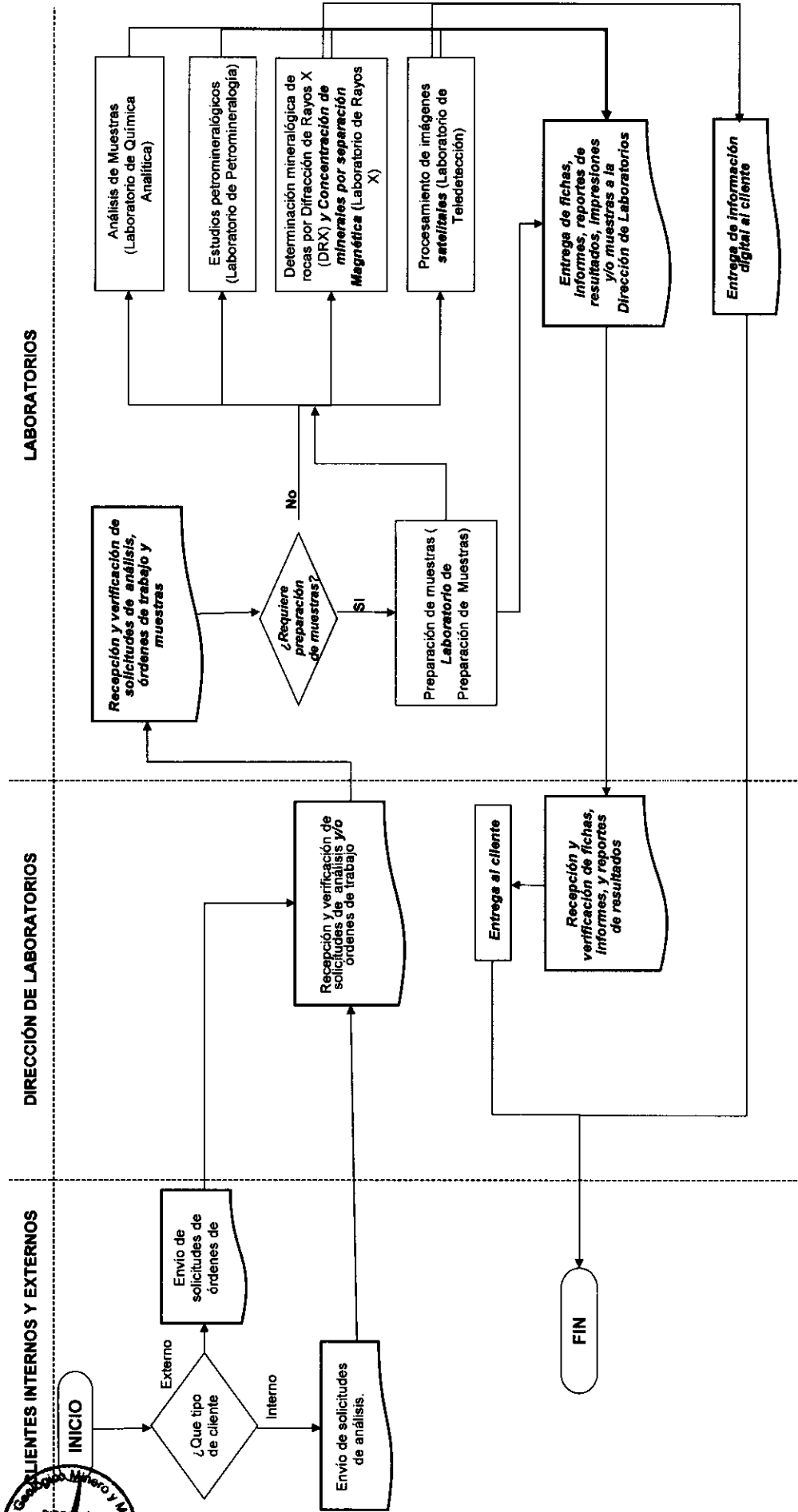


Código: DL-FP-005
Versión: 05
Fecha de aprob.: 30/09/2016
Página: 1 de 1

Aprobado por: Edwin Loaiza Choque
DIRECTOR DE LABORATORIOS

Prohibido reproducir sin autorización del RD de INGEMMET

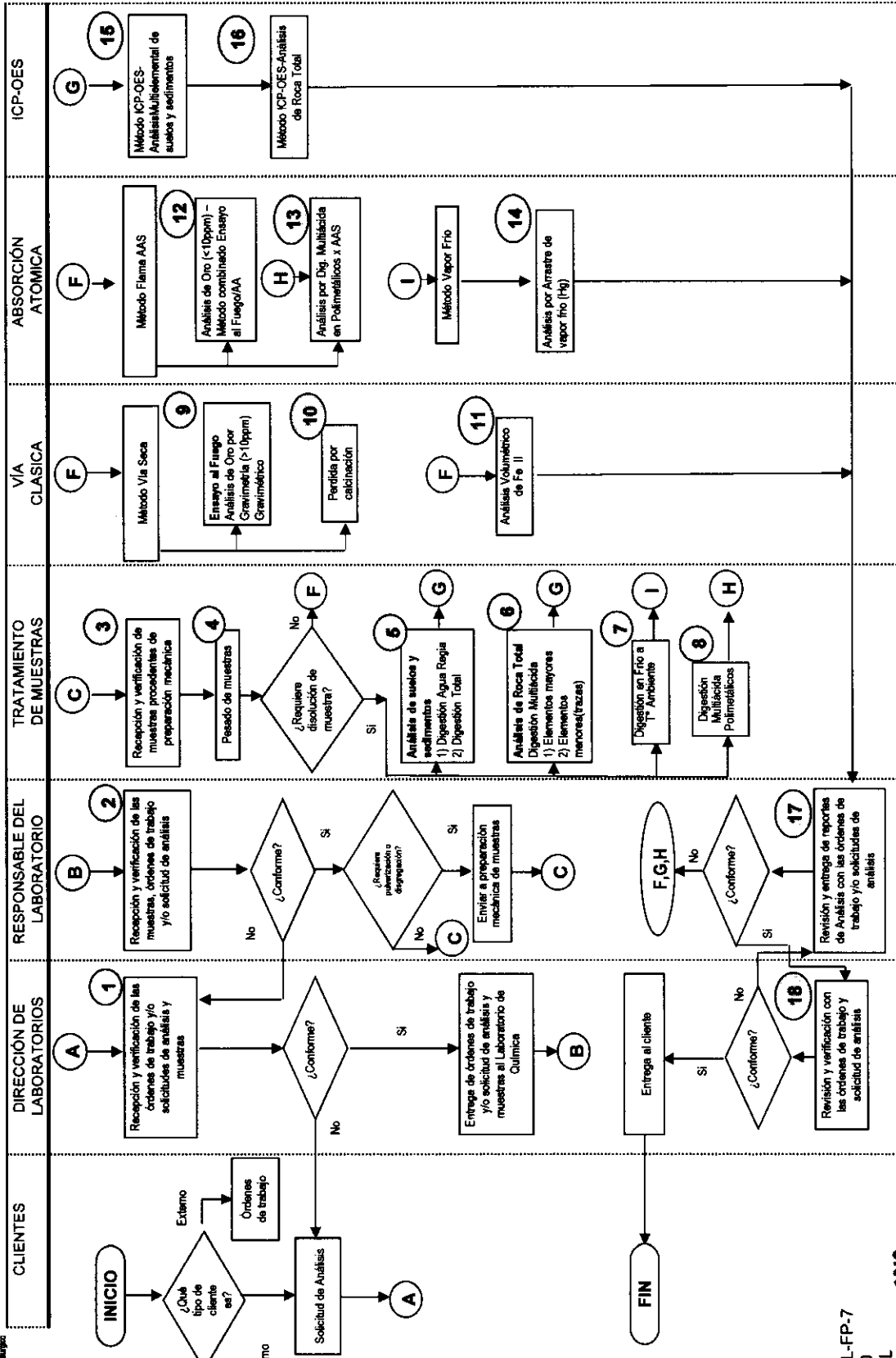
PROCESO DE ESTUDIOS REALIZADOS POR LOS LABORATORIOS DE INGENMET



Código: DL-FP-006
 Versión: 03
 Fecha de aprob.: 16/12/2016
 Página: 1 de 1

Aprobado por: **Edwin Loaiza Choque**
 DIRECTOR DE LABORATORIOS

FLUJOGRAMA DEL ANÁLISIS GEOQUÍMICO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA

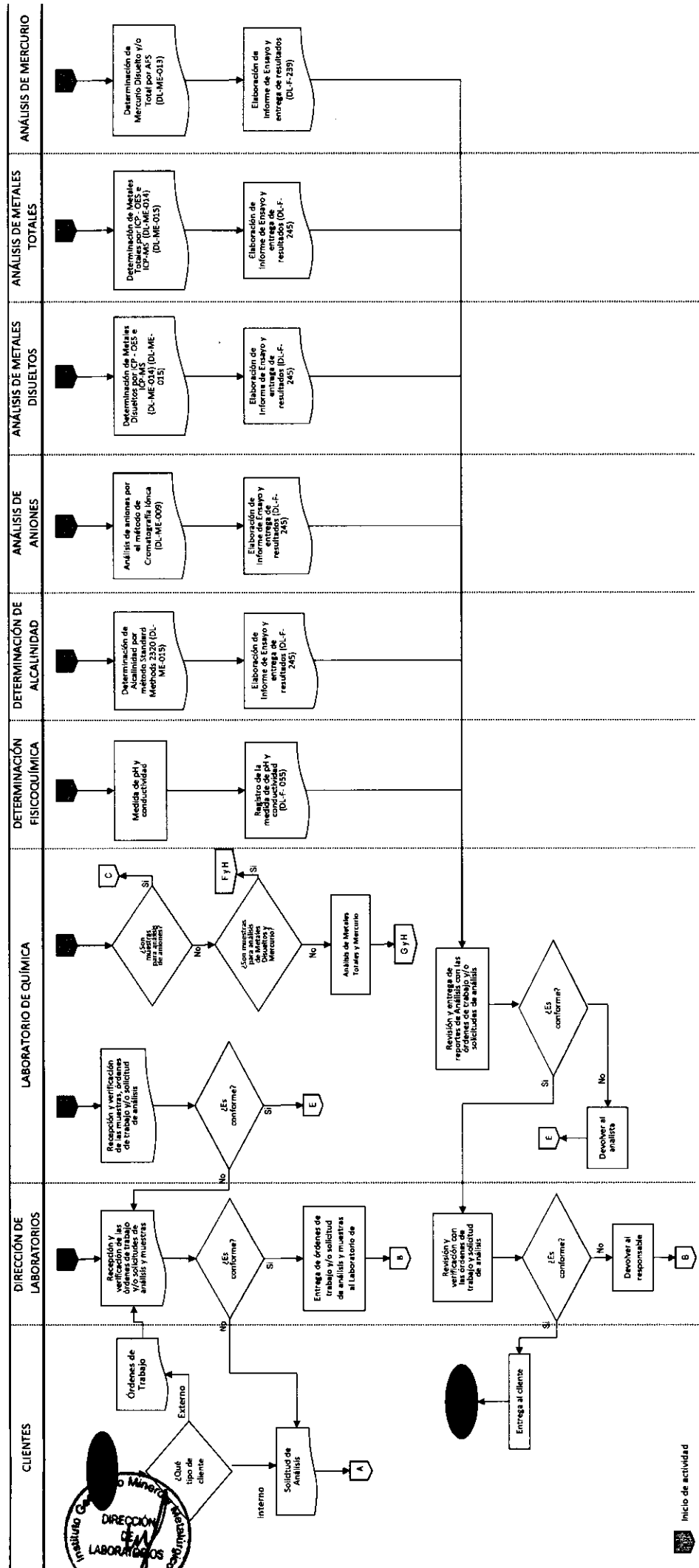


[Firma]
Director (a) de Laboratorio

Código : DL-FP-7
 Versión : 00
 Aprobado por: DL
 Fecha aprob.: 12 MAR. 2013
 Página : 1 de 1

Prohibido reproducir sin autorización del RD del INGEMMET


ANÁLISIS DE AGUAS DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA



Código: DL-FP-008
 Versión: 00
 Fecha de aprob.: 11/10/2017
 Página: 1 de 1

Aprobado por: Edwin Loaiza Choque
 DIRECTOR DE LABORATORIOS

Prohibido reproducir sin la autorización del RD de INGENMET

	FORMATO	Código : DL-F-003 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS	Página : 1 de 3

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA


II. INFORMACIÓN PETROGRÁFICA:

1. FOTOGRAFÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

2. DESCRIPCIÓN PETROMINERAGRÁFICA:

MINERALES	
TEXTURAS	




	FORMATO	Código : DL-F-003 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS	Página : 2 de 3

3. FOTOMICROGRAFÍAS:

Fotomicrografías	



	FORMATO	Código : DL-F-003 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO DE INCLUSIONES DE FLUIDOS	Página : 3 de 3

4. ANÁLISIS MICROTERMOMÉTRICO DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACIÓN Y SALINIDAD:

RESUMEN
TABLA 1.- DATOS MICROTERMOMÉTRICOS DE LA MUESTRA
TABLA N° 2.- HISTOGRAMAS
REPRESENTACIÓN DE TEMPERATURA DE HOMOGENEIZACIÓN Y SALINIDAD

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

6. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



1.- INFORMACIÓN GENERAL

TÍTULO DEL METODO:
NORMA DE REFERENCIA:
PRODUCTO :
ANALISTA:
FECHA:

2.- EVALUACIÓN DE LAS FUENTES DE INCERTIDUMBRE

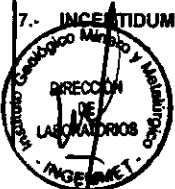
3.- MENSURANDO

4.- MODELO MATEMÁTICO

5.- INCERTIDUMBRE ESTANDAR COMBINADA

6.- ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE ESTANDAR DE LOS COMPONENTES DE LA INCERTIDUMBRE

7.- INCERTIDUMBRE EXPANDIDA





FORMATO

Código: DL-F-005
 Versión: 02
 Fecha de aprob.: 28/06/2018
 Página: 1 de 2

INFORME DE ENSAYO-FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO ICP-MS

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

LABORATORIO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
 DIRECCION DE LABORATORIOS

INGENIERO INTERNO

INFORME DE ENSAYO:

REFERENCIA:

PROYECTO:

RESPONSABLE:

CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS:

PROCEDENCIA:

FECHA:

N°	CÓDIGO	Be ppm	Ce ppm	Cs ppm	Dy ppm	Er ppm	Eu ppm	Ga ppm	Gd ppm	Hf ppm	Ho ppm	In ppm	Lu ppm
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													

L.D.M.:	0.6	0.5	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.15
---------	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

DL-ME-016: ANALISIS DE TIERRAS RARAS EN MUESTRAS DE SUELOS, SEDIMENTOS Y ROCAS POR FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO DETERMINADAS POR ICP-MS




CÓDIGO INTERNO
INFORME DE ENSAYO:
REFERENCIA:
PROYECTO:
RESPONSABLE:
CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS:
PROCEDENCIA: FECHA:

N°	CÓDIGO	Nb ppm	Nd ppm	Pr ppm	Sm ppm	Ta ppm	Tb ppm	Th ppm	Tl ppm	Tm ppm	U ppm	W ppm	Yb ppm
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													

L.D.M.:	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	0.2	0.5	0.1	0.1	1	0.1
---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----

DL-ME-016: ANÁLISIS DE TIERRAS RARAS EN MUESTRAS DE SUELOS, SEDIMENTOS Y ROCAS POR FUSIÓN CON METABORATO DE LITIO DETERMINADAS POR ICP-MS

	FORMATO	Código: DL-F-006
	IMPLEMENTACIÓN O VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE ENSAYOS	Versión: 01 Fecha de aprob : 26/09/2017 Página: 1 de 1

TÍTULO DEL METODO:

NORMA DE REFERENCIA:

TIPO DE MUESTRA :

PARTICIPANTES:

CONDICIONES AMBIENTALES:

EQUIPOS:	CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

MATERIALES	CERTIFICADO


REACTIVOS	CARACTERÍSTICAS RELEVANTES

PARÁMETROS DE IMPLEMENTACIÓN/VALIDACIÓN: (DE SER APLICABLE)

1	LIMITE DE DETECCIÓN	<input type="text"/>	7	PRECISIÓN	<input type="text"/>
2	LIMITE DE CUANTIFICACIÓN	<input type="text"/>	7.1	REPETIBILIDAD	<input type="text"/>
3	SELECTIVIDAD	<input type="text"/>	7.2	REPRODUCIBILIDAD	<input type="text"/>
4	LINEALIDAD	<input type="text"/>	8	RANGO LINEAL	<input type="text"/>
5	SENSIBILIDAD	<input type="text"/>	9	ROBUSTEZ	<input type="text"/>
6	VERACIDAD	<input type="text"/>	10	INCERTIDUMBRE	<input type="text"/>

OBSERVACIONES



	FORMATO	Código : DL-F-007 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROMINERAGRÁFICO	Página : 1 de 3

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. INFORMACIÓN PETROMINERAGRÁFICA:

1. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA:

2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:

3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:




4. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA:

		<i>Mineral</i>	Tamaño (mm)	%
CRISTALES	Esenciales			
	Accesorios			
MATRIZ				
LÍTICOS				
SECUNDARIOS				

5. TEXTURAS PRINCIPALES:**6. SECUENCIA DE FORMACIÓN PROBABLE:****7. GRADO DE ALTERACIÓN:**

<i>Alteración</i>	<i>Incipiente (Traza)</i>	<i>Débil (1-11%)</i>	<i>Moderada (12-49%)</i>	<i>Intensa (>50%)</i>




	FORMATO	Código : DL-F-007 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROMINERAGRÁFICO	Página : 3 de 3

8. FOTOMICROGRAFÍAS:

9. ESTUDIOS ADICIONALES:

10. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



	FORMATO	Código : DL-F-008 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROGRÁFICO- PETROMINERAGRÁFICO DE BRECHAS	Página : 1 de 3

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. INFORMACIÓN PETROGRÁFICA/PETROMINERAGRÁFICA:

1. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA:

2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:

3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:



4. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA:

	<i>Líticos / Mineral</i>	Tamaño (mm)	%
LÍTICOS			
MATRIZ			
SECUNDARIOS			

5. TEXTURAS *PRINCIPALES*:

--


6. *GRADO DE ALTERACIÓN*:

<i>Alteración</i>	<i>Incipiente (Traza)</i>	<i>Débil (1-11%)</i>	<i>Moderada (12-49%)</i>	<i>Intensa (>50%)</i>

7. FOTOMICROGRAFÍAS:

--




	FORMATO	Código : DL-F-008 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROGRÁFICO- PETROMINERAGRÁFICO DE BRECHAS	Página : 3 de 3

8. ESTUDIOS ADICIONALES:

9. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



 SECTOR ENERGIA Y MINAS INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</small>	FORMATO	Código : DL-F-009 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016
	ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO	Página : 1 de 2

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA


II. INFORMACIÓN MINERALÓGICA:

1. ANÁLISIS DE LA MUESTRA Y GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES

2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

COMPONENTES	OCURRENCIA



	FORMATO	Código : DL-F-009 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016
	ESTUDIO MINERALÓGICO DE MATERIAL SUELTO	Página : 2 de 2

3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA - CANTIDAD DE GRANOS TOTALES POR CADA COMPONENTE

4. FOTOMICROGRAFÍAS

5. ESTUDIOS ADICIONALES:

6. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:





FORMATO

Código : DL-F-010
Versión : 01
Fecha aprob.: 08/09/2015
Página : 1 de 2

ANÁLISIS DE ESPECTROS DE MINERALES

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. ANÁLISIS DE ESPECTROS:

1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:


2. N° CAMPOS ANALIZADOS:

2.1. CAMPO N°1

MINERAL	FÓRMULA

ESPECTRO



	FORMATO	Código : DL-F-010 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ANÁLISIS DE ESPECTROS DE MINERALES	Página : 2 de 2

2.2. CAMPO N°2

MINERAL	FÓRMULA

ESPECTRO

3. GRADO DE ALTERACIÓN:

Alteración	Incipiente (Traza)	Débil (1-11%)	Moderada (12-49%)	Intensa (>50%)


4. ESTUDIOS ADICIONALES:

--

5. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:

--



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</small>	FORMATO	Código : DL-F-011 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016 Página : 1 de 6
	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA


II. INFORMACIÓN MINERALÓGICA:

1. ANÁLISIS GENERAL DE LA MUESTRA Y GRÁFICA DE INTERCRECIMIENTOS

2. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA


MINERAL	OCURRENCIA



	FORMATO	Código : DL-F-011 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016
	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	Página : 2 de 6

3. RESULTADOS DE PORCENTAJE EN PESO TOTAL Y GRADO DE LIBERACIÓN



 INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</small>	FORMATO	Código : DL-F-011 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016
	ANÁLISIS MINERALÓGICO DE GRADO DE LIBERACIÓN	Página : 3 de 6

4. GRÁFICOS DE RESULTADOS

GRADO DE LIBERACIÓN
PORCENTAJE EN PESO TOTAL



5. FOTOMICROGRAFÍA/S

6. ESTUDIOS ADICIONALES:

7. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



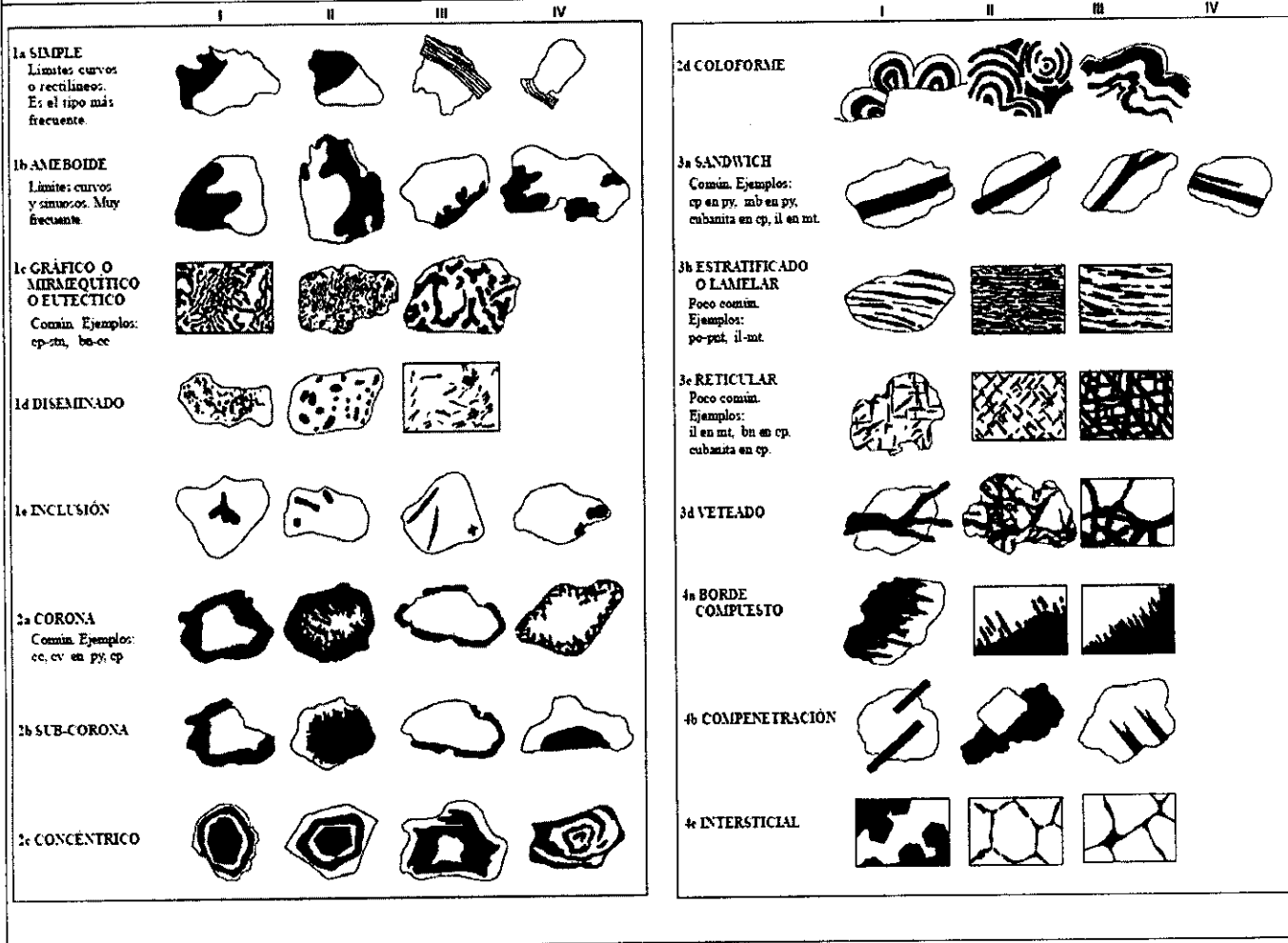
8. ANEXOS:


TABLA N°1: ANÁLISIS MINERALÓGICO

--



FIGURA N°1: AMARRES O INTERCRECIMIENTOS ENTRE ESPECIES MINERALES



	FORMATO	Código : DL-F-012 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016
	FLUORESCENCIA DE MINERALES	Página : 1 de 2

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	


RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

2. FOTOGRAFÍA EN LUZ ULTRAVIOLETA:




	FORMATO	Código : DL-F-012 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016
	FLUORESCENCIA DE MINERALES	Página : 2 de 2

3. RESULTADO OBTENIDOS:

4. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



	FORMATO	Código : DL-F-013 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	FOTOMICROGRAFÍAS	Página : 1 de 1

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA


II. FOTOMICROGRAFÍAS:

--

III. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:

--



	FORMATO	Código : DL-F-014 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016
	MEDICIÓN DE LA RADIATIVIDAD	Página : 1 de 1

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA


II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

2. RESULTADOS OBTENIDOS:

3. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



	FORMATO	Código : DL-F-015 Versión : 01 Fecha aprob.: 08/09/2015
	FELDESPATOS POR MINERALES	Página : 1 de 1

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. TINCIÓN:

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

2. PORCENTAJE


MINERAL	PORCENTAJE <i>RELATIVO</i>

3. COMENTARIOS / OBSERVACIONES



PROCESO	RESPONSABLE DEL PROCESO	
OBJETIVO DEL PROCESO		
PROVEEDORES	ACTIVIDADES/SUBPROCESOS	CLIENTES
↓		↑
MATERIALES/INSUMOS		PRODUCTO/SERVICIO
RECURSOS	DOCUMENTOS	REGISTROS
META	INDICADORES	FRECUENCIA
CONTROLES		



	FORMATO	Código : DL-F-020 Versión : 00 Fecha aprob.: 19/01/2015
	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	Página : 1 de 2

1. Aparatos volumétricos, Clase A/AS, certificados de conformidad

Tipo de aparato: _____

Número de serie: _____

- Marca de fábrica:
- BLAUBRAND®
 - BLAUBRAND® USP
 - BLAUBRAND® ETERNA
 - BLAUBRAND® VIDRIO TOPACIO
 - _____

Volumen nominal: división _____ ml

Límite de error: ± _____ ml

- Material:
- AR-GLAS®
 - Boro 3.3
 - _____

Codificación interna del aparato volumétrica _____

- 2. Daños:**
- Ninguno
 - Tipo de daño _____

3. Condiciones de ensayo: Temperatura de control _____ °C


Gama de Presión atmosférica:

- Inferior
- Media
- Superior

4. Cálculo:

$$V_{20} = (W_2 - W_1) * Z$$



	FORMATO	Código : DL-F-020 Versión : 00 Fecha aprob.: 19/01/2015
	VERIFICACIÓN INTERNA DE MATERIAL VOLUMÉTRICO	Página : 2 de 2

5. Evaluación:

Nº de pesadas	Valor de la pesada W_2 (g)	Valor de la pesada W_1 (g)	Factor "Z" (ml/g)	Volumen V_{20} (ml)
X1				
X2				
X3				
			Valor medio:	


- Aprobado (Resultado situado dentro de los límites de error)
- No Aprobado (Resultado no situado dentro de los límites de error).

6. Fecha de la próxima verificación: _____

Analista

Fecha en que se realiza la verificación



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</small>	FORMATO	Código : DL-F-029 Versión : 01 Fecha aprob.: 01/12/2016
	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN MINERALÓGICA	Página : 1 de 1

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA:

1. CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:


3. ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS:

4. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



N°	FECHA DE INGRESO DE MUESTRAS	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS PREPARADAS	CÓDIGO INTERNO DE LAB.	REFERENCIA DE LAS SOLICITUDES				CANTIDAD DE MUESTRAS	CANTIDAD DE ESTUDIOS /ANÁLISIS										TOTAL DE ESTUDIOS	ESTADO	FECHA PROGRAMACIÓN	FECHA REPROGRAMACIÓN	FECHA DE ENTREGA	N° DE INFORME TÉCNICO	OBSERVACIONES
				SOLICITUD N°	DIRECCIÓN	CÓDIGO DE PROYECTO	SOLICITANTE		Petrográficos	Minerográficos	Petrominera- gráficos	Espectros de Minerales	Inclusiones de Minerales	Fluidos	Mineralógico	Microscopía Electrónica de Barrido	Porosidad	Formigráficas							
TOTAL DE ESTUDIOS REALIZADOS AL -/-/-																									
TOTAL DE ESTUDIOS PENDIENTES AL -/-/-																									



 SECTOR ENERGIA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	FORMATO		Código : DL-F-034
	REPORTE DE RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE MINERALES POR SEPARACIÓN MAGNÉTICA		Versión : 01 Fecha aprob.: 11/10/2017 Página : 1 de 1

REPORTE N°		/DL/LRX	
SOLICITUD N°		REFERENCIA	
ORDEN DE TRABAJO N°			
SOLICITADO POR			
N° DE MUESTRAS			

SEPARADOR MARCA	FRANTZ	MODELO	LB-1
-----------------	--------	--------	------

ESTUDIO REALIZADO POR		FECHA	
-----------------------	--	-------	--

	CODIGO DE MUESTRA		PESO INICIAL TOTAL (g)
N°	MINERAL	FÓRMULA	PESO (g)
01			
02			
03			
04			
05			

OBSERVACIONES

V°B° RESPONSABLE DE LABORATORIO RX	FIRMA



N°	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS PREPARADAS	CÓDIGO INTERNO DE LABORATORIOS	N° DE SOLICITUD / ORDEN DE TRABAJO	DIRECCIÓN	CÓDIGO DE PROYECTO	SOLICITANTE	DEBIDO DE	CANTIDAD DE MUESTRAS	SERVICIOS SOLICITADOS				ESTADO	FECHA DE PROGRAMACIÓN	FECHA DE REPROGRAMACIÓN	FECHA DE REPORTE	N° DE REPORTE	OBSERVACIONES
										ANÁLISIS MINERALÓGICO		ANÁLISIS CUANTITATIVO DE ANCLAS							
										Pocho	Galite	DATTA	DIGITAL						
TOTAL DE ESTUDIOS REALIZADOS AL -/-/-																			
TOTAL DE ESTUDIOS PENDIENTES AL -/-/-																			



N°	Método de ensayo	Actividades	Responsable	Documentos Asociados	Frecuencia	Año 20.....												Medidas de control	Observaciones	
						Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
1	Método de ensayo ICP	Análisis y evaluación del control de calidad	Analistas, Responsable de laboratorio	Formato de Gráficos de Control Código	Por día de Análisis / Rutina													Reensayo Paralización del Trabajo Retención del informe de ensayo		
		Participación en Pruebas Intralaboratorio - Desempeño del Personal		Procedimiento de Aseguramiento de la calidad	Anual														Prueba de aptitud de los datos y analistas Capacitación y el entrenamiento del personal	
		Participación en Pruebas Interlaboratorio		Procedimiento de Aseguramiento de la calidad	Anual														Revisión del proceso de ensayo Capacitación y el entrenamiento del personal Participar en otra prueba Interlaboratorio	
		Optimización del equipo		Formato de Optimización del Equipo	Rutina														Revisión del equipo y Mantenimiento del equipo	
		Revisión de los Gráficos de control		Procedimiento de elaboración de los gráficos de control	Rutina														Registro de trabajo no conforme, reensayo	
		Revisión del cumplimiento del cronograma de verificaciones y calibraciones Internas de equipos.		Formato Cronograma de Mantenimiento y Calibración de Equipos del Laboratorio	Mensual														Reprogramación Revisión del efecto en los resultados debido al equipo no calibrado Paralización del Trabajo y Subcontratación del ensayo	
		Revisión del cálculo de la Incertidumbre de la Medición según descrito en el procedimiento		Procedimiento del cálculo de la incertidumbre	Anual														Verificación de la información que proporciona los estándares, equipos y material volumétrico para el cálculo Revisión de las fuentes de incertidumbre	



FORMATO

PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Código: DL-F-038
 Versión: 00
 Fecha de aprob.: 21/10/2015
 Página: 2 de 3

N°	Método de ensayo	Actividades	Responsable	Documentos Asociados	Frecuencia	Año 20.....												Medidas de control	Observaciones	
						Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
2	Método de P205 UV-VIS	Análisis y evaluación del control de calidad	Analistas, Responsable de laboratorio	Formato de Gráficos de Control Código	Por día de Análisis/Rutina													Reensayo Paralización del Trabajo Retención del informe de ensayo		
		Participación en Pruebas Intralaboratorio - Desempeño del Personal		Procedimiento de Aseguramiento de la calidad	Anual														Prueba de aptitud de los datos y analistas Capacitación y el entrenamiento del personal	
		Participación en Pruebas Interlaboratorio		Procedimiento de Aseguramiento de la calidad	Anual														Revisión del proceso de ensayo Capacitación y el entrenamiento del personal Participar en otra prueba Interlaboratorio	
		Verificación de la Calibración		Formato de verificación de equipo UV-VIS	Rutina														Revisión del equipo y Mantenimiento del equipo	
		Revisión de los Gráficos de Control		Procedimiento de Elaboración de los gráficos de control	Rutina														Registro de trabajo no conforme, reensayo	
		Revisión del cumplimiento del cronograma de verificaciones y calibraciones internas de equipos.		Formato Cronograma de Mantenimiento y Calibración de Equipos del Laboratorio	Mensual														Reprogramación Revisión del efecto en los resultados debido al equipo no calibrado Paralización del Trabajo y Subcontratación del ensayo	
		Revisión del cálculo de la Incertidumbre de la Medición según descrito en el procedimiento		Procedimiento del cálculo de la incertidumbre	Anual														Verificación de la información que proporciona los estándares, equipos, material volumétrico para el cálculo Revisión de las fuentes de incertidumbre	




FORMATO

PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Código: DL-F-038
 Versión: 00
 Fecha de aprob: 21/10/2015
 Página: 3 de 3

N°	Método de ensayo	Actividades	Responsable	Documentos Asociados	Frecuencia	Año 20.....												Medidas de control	Observaciones	
						Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
3	Método de P205 Gravimétrico	Análisis y evaluación del control de calidad	Analistas, Responsable de laboratorio	Formato de Gráficos de Control Código	Por día de Análisis / Rutina													Reensayo Paralización del Trabajo Retención del informe de ensayo		
		Participación en Pruebas Intralaboratorio - Desempeño del Personal		Procedimiento de Aseguramiento de la calidad	Anual														Prueba de aptitud de los datos y análisis Capacitación y el entrenamiento del personal	
		Participación en Pruebas Interlaboratorio		Procedimiento de Aseguramiento de la calidad	Anual														Revisión del proceso de ensayo Capacitación y el entrenamiento del personal Participar en otra prueba Interlaboratorio	
		Revisión de los Gráficos de control		Procedimiento de Elaboración de los Gráficos de control	Rutina													Registro de trabajo no conforme, reensayo		
		Revisión del cumplimiento del cronograma de verificaciones y calibraciones internas de equipos.		Formato Cronograma de Mantenimiento y Calibración de Equipos del laboratorio	Mensual													Reprogramación Revisión del efecto en los resultados debido al equipo no calibrado Paralización del Trabajo y Subcontratación del ensayo		
		Revisión del cálculo de la Incertidumbre de la Medición según descrito en el procedimiento		Procedimiento del cálculo de la incertidumbre	Anual													Verificación de la información que proporciona los estándares, equipos, material volumétrico para el cálculo Revisión de las fuentes de incertidumbre		



	FORMATO	Código: DL-F-040
	VERIFICACIÓN DE HOJAS DE CÁLCULO	Versión: 00 Fecha de aprob : 16/10/2015 Página: 1 de 1

Metodo : _____
Código Interno Formato : _____
Fecha Verificación : _____
Item Fórmula a Verificar : _____
Analista : _____

COPIA DE LA HOJA DE CÁLCULO DE RESULTADOS

CÁLCULOS EFECTUADOS PARA LA COMPROBACIÓN DE RESULTADOS



NOMBRES Y APELLIDOS:

ÁREA:

MÉTODO DE ENSAYO:

FECHA:

EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD (PRECISIÓN + VERACIDAD)

La evaluación se efectuó sobre un mismo material de referencia interno, la cual fue ensayada 15 veces por cada analista usando el mismo equipo, los mismos reactivos y en el mismo laboratorio.

Los criterios estadísticos aplicados sobre los resultados obtenidos en el análisis son:

- a) Estadístico de Valores Atípicos - Prueba de Grubbs
- b) Prueba de Distribución Normal - Anderson Darling
- c) Prueba de Varianzas (ANOVA)
- d) Prueba de Precisión de la repetibilidad S_r y Reproducibilidad S_R
- e) Prueba de Veracidad

N	Analista 1	Analista 2
1		
2		
3		
4		
5		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
n		
p		

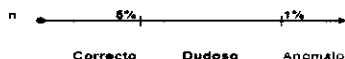
Evaluación de Atípicos de Grubbs por Analista


Nº Datos		
Promedio (\bar{x}_i)		
Desviación Estándar (s_i)		
Varianza (s_i^2)		

Valor Mínimo		
Valor Máximo		

$G_1 [(x_{prom} - x_{min})/s]$		
Resultado Valor Mínimo		
$G_p [(x_{máx} - x_{prom})/s]$		
Resultado Valor Máximo		
Valor Tabulado (1%)		
Valor Tabulado (5%)		

Valores Críticos Prueba Simple



	FORMATO EVALUACIÓN EFICACIA DE CAPACITACIÓN	Código: DL-F-043 Versión: 00 Fecha de aprob.: 21/10/2015 Página: 1 de 1
---	--	--

NOMBRE DEL CURSO:

FECHA DE CAPACITACIÓN:

CAPACITACIÓN: INTERNA EXTERNA

NOMBRE DEL CAPACITADOR:

OBJETIVOS PLANTEADOS	OBJETIVOS LOGRADOS	EFICACIA		EVIDENCIAS
		SI	NO	

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE:	
EVALUADOR:	





FORMATO

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL EN MUESTRAS DE AGUA

Código: DL-F-045
 Versión: 00
 Fecha de aprob.: 16/10/2015
 Página: 1 de 1

REFERENCIA			
PROYECTO			
RESPONSABLE			
CANTIDAD Y TIPO		FECHA DE RECEP.:	
PROCEDENCIA		FECHA DE ENSAYO:	

1. ESTÁNDARIZACIÓN

Reactivos	Concentración (N)	Fecha de prep.	Observación
Estándar primario			
Solución estándar			

Cálculo Factor Titulante	Volumen de estándar primario		Promedio	Gasto de solución estándar		Promedio
	V ₁ (ml)	V ₂ (ml)		V ₁ (ml)	V ₂ (ml)	

2. PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD

Componentes	Concentración	Límite de control	Frecuencia de control
pH-metro			
Solución titulante			
Eficiencia en CP			
Precisión en CP			
Precisión en Dup**			
Blanco insertados			

* Controles internos

Eficiencia (%)	Precisión (%)

** Duplicados de muestra

Identificación	Precisión (%)

3. REGISTROS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Item	Identificación	Código interno	Volumen Muestra (ml)	pH Inicial de Muestra (Unidades)	Gasto de Titulante V ₁ (ml) a pH 8.3	Gasto de Titulante V ₂ (ml) a pH 4.5	Resultado (mg/L CaCO ₃)	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

MUESTRAS

Item	Identificación	Código interno	Volumen Muestra (ml)	Ph Inicial	ALCALINIDAD				Dióxido Carbono
					TOTAL	Bicarbonato	Carbonato	Hidróxido	Libre
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									



FORMATO

CONTROL DIARIO DE TEMPERATURA DE REFRIGERADORA INDUSTRIAL

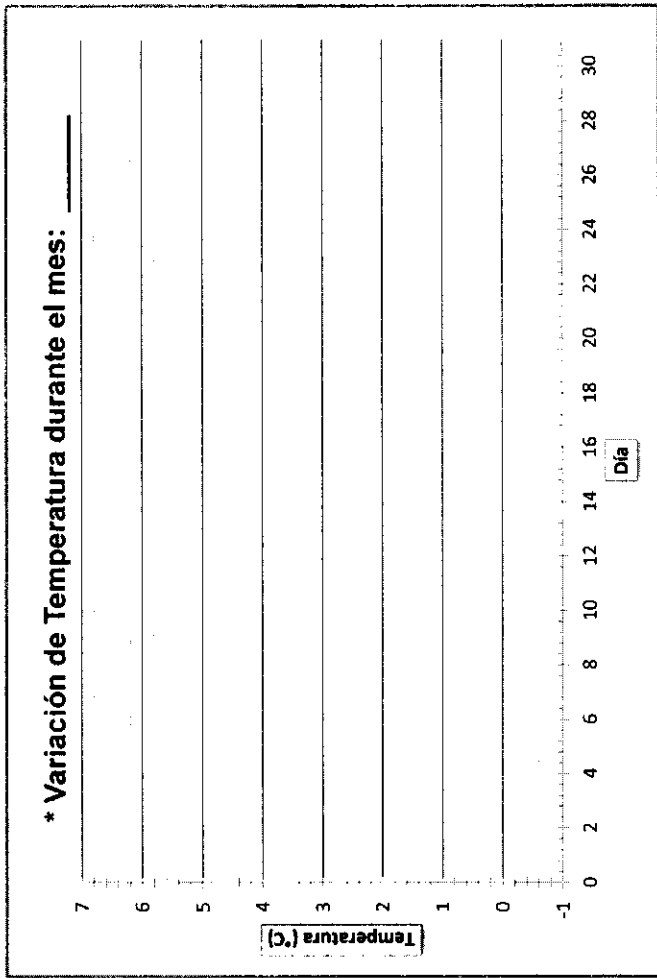
Código: DL-F-046
 Versión: 00
 Fecha de aprob.: 16/10/2015
 Página: 1 de 1



Temp. De Trabajo	N° de Certificado de Calibración del equipo.	Mes / Año
Límite Inferior		
Límite Superior		

Datos de la Refrigeradora Industrial				
Código	Marca	Modelo	Serie	

Día	Hora Entrada (am)	Registro	Hora Salida (pm)	Registro	* Fórmula: (Temp. Entrada + Temp. Salida)/2 = Temp. Promedio Diaria	Responsable
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						



Observaciones:



FORMATO

FICHA DE PROCESAMIENTO

Código : DL-F-047
 Versión : 02
 Fecha aprob.:
 Página : 1 de 2

Ficha N°:	Código interno:	Fecha:
Referencia:		
Proyecto:		
Responsable:	Solicitante:	

Precisiones	
Servicio / Tipo de producto:	
Instructivo de referencia:	
Método de análisis:	
Tipo de imágenes:	Software utilizado:
Imágenes:	Procesamientos:
Impresiones:	Productos digitales:
Elaborado por:	
Actividades	
Entregables	Leyenda

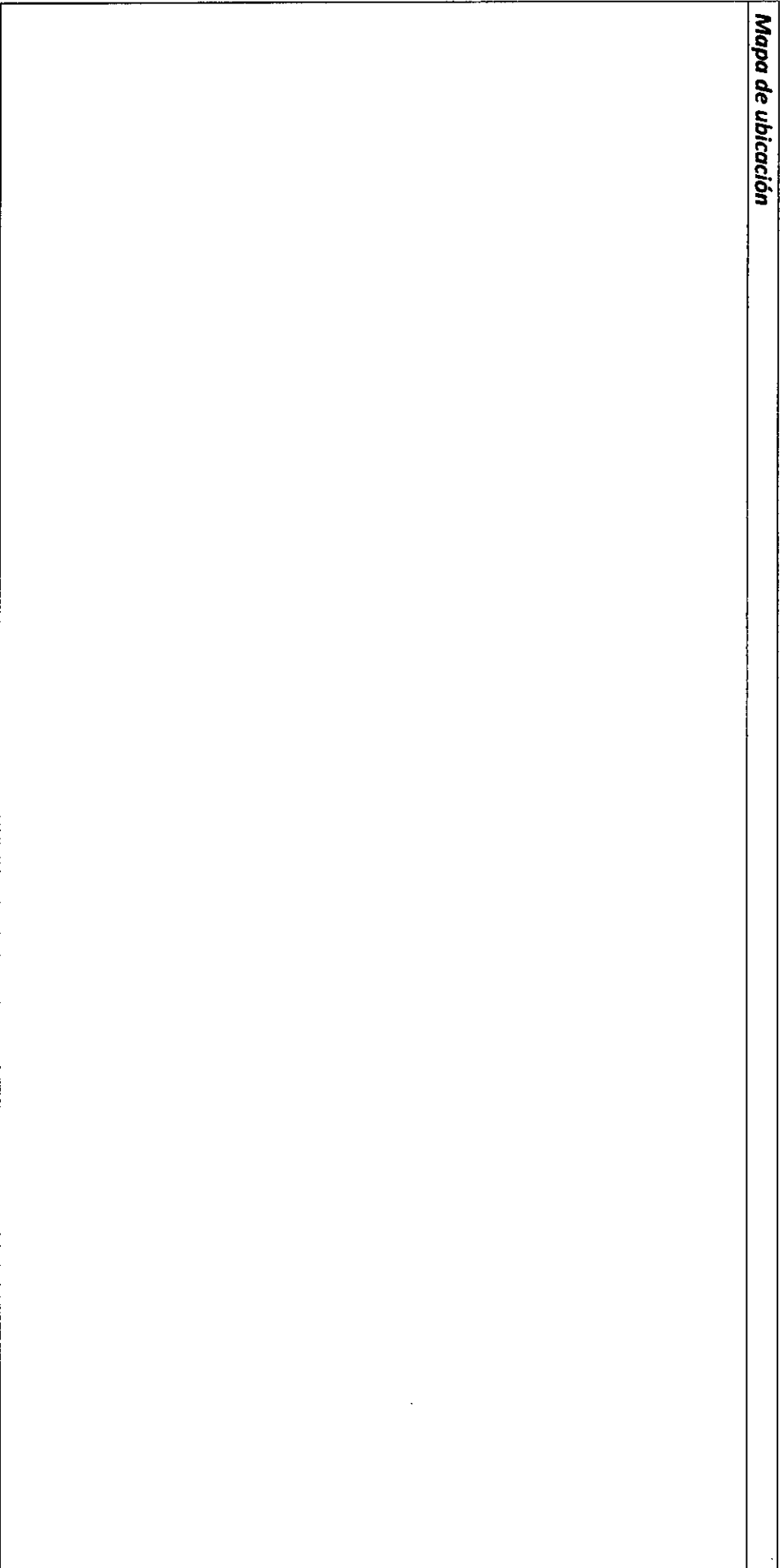
Observaciones	
Total archivos digitales:	Total impresiones:
	Total procesamientos:

FORMATO

FICHA DE PROCESAMIENTO

Código : DL-F-047
Versión : 02
Fecha aprob.:
Página : 2 de 2

Mapa de ubicación



FORMATO

ASIGNACIÓN DE TRABAJO

Código : DL-F-048
 Versión : 02
 Fecha aprob. : 09/02/2018
 Página : 1 de 1

N°	Código de Proyecto	Solicitud N°	Estudio y/o análisis								Nombre y firma	Recepción y entrega de muestras (Fecha)	Observaciones	
			Petrográfico	Minerográfico	Petrominerográfico	Espectro de Minerales	Inclusiones de Fluidos	Mineralógico	Microscopía Electrónica de Barrido	Fotomicrografías				Otros
												Recepción: Entrega:		
												Recepción: Entrega:		
												Recepción: Entrega:		
												Recepción: Entrega:		
												Recepción: Entrega:		
												Recepción: Entrega:		
												Recepción: Entrega:		
												Recepción: Entrega:		



FORMATO

Código : DL-F-049
 Versión : 00
 Fecha aprob.: 21/10/2015
 Página : 1 de 1

ENTREGA DE SECCIONES E INFORME TÉCNICO DIGITAL

N°	Dirección de Línea	Código de Proyecto	Solicitud N°	Cantidad de Secciones			Tiempo de Custodia	N° de Informe Técnico
				Delgadas	Pulidas	Delgadas-Pulidas		
Total								

Entrega de Secciones	
Nombres y apellidos / Cargo / Dirección	Fecha

Recepción de Secciones	
Nombres y apellidos / Cargo / Dirección	Fecha





FORMATO

INDUCCIÓN AL PERSONAL DE LABORATORIOS

Código: DL-F-052
Versión: 00
Fecha de aprob : 27/10/2015
Página: 1 de 1

Objetivo:	
Capacitador:	
Cargo del Capacitador:	
Trabajador:	
Cargo:	
Fecha:	

1. Bienvenida y explicación del proposito de la inducción.	
2. Estructura del laboratorio.	
3. Política de la Calidad	
4. Objetivos de la Calidad.	
5. Mapa de Proceso	
6. Explicación de la documentación del S.G.C.	
7. Conceptos básicos de las actividades a realizar.	
8. Entrega, explicación y firma del perfil de puesto correspondiente.	
9. Entrega, explicación y firma del formato Confidencialidad y Código de Etica.	
10. Explicación de los peligros y riesgos existentes en el área.	
11. Visita a las instalaciones y presentación del personal.	
12. Otros:.....	

Observaciones:

Firma Trabajador


Firma Supervisor de Laboratorio



ENTREGA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS INSTRUMENTAL

REFERENCIA	
MUESTRAS	
DUPLICADOS	
MRC	
BLANCOS DE PROCESO	
TOTAL DE MUESTRAS	
ENTREGADO POR	
OBSERVACIONES	



	FORMATO			Código : DL-F-059
	ESTUDIO POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)			Versión : 00 Fecha aprob.: 15/02/2017 Página : 1 de 6

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. INFORMACIÓN PRELIMINAR DE LA MUESTRA:

1. OBJETIVO DEL ESTUDIO (Solicitado por el usuario):


2. ESTUDIOS PRELIMINARES:

Tipo de Estudio:

Resumen:

3. UBICACIÓN DE LOS CAMPOS A ESTUDIAR MEDIANTE MEB:



	FORMATO	Código : DL-F-059 Versión : 00 Fecha aprob.: 15/02/2017 Página : 2 de 6
	ESTUDIO POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)	

4. REQUERIMIENTO DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA (Marcar con X):

❖ Recubrimiento por Carbón	
❖ Recubrimiento por Oro	
❖ No requiere recubrir	

5. MODO DE TRABAJO (Marcar con X):

❖ Alto Vacío (HV)	
❖ Presión Variable (VP)	

6. DETECTORES UTILIZADOS (Marcar con X):

❖ Electrones Secundarios (SE).	
❖ Electrones retrodispersados (HDBSD)	
❖ Energía Dispersiva de Rayos X (EDS)	
❖ Catodoluminiscencia (CL)	



ESTUDIO POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)

III. RESULTADOS OBTENIDOS:

7. NUMERO DE ANÁLISIS:

7.1. Campo N°

ANÁLISIS DE IMÁGENES:

--





FORMATO

ESTUDIO POR MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO (MEB)

Código : DL-F-059
Versión : 00
Fecha aprob.: 15/02/2017
Página : 4 de 6

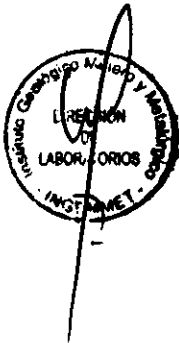
MICROANÁLISIS



**ESTUDIO POR MICROSCOPIA
ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)**

DATA ADICIONAL

Empty box for additional data.





FORMATO

ESTUDIO POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)

Código : DL-F-059
Versión : 00
Fecha aprob.: 15/02/2017
Página : 6 de 6

8. COMENTARIOS:

9. OBSERVACIONES:





FORMATO

INFORME DE ENSAYO AGUAS DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL

Código: DL-F-061
Versión: 01
Fecha de aprob : 21/05/2018
Página: 1 de 1

Form fields: CÓDIGO INTERNO, INFORME DE ENSAYO, REFERENCIA, PROYECTO, RESPONSABLE, CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS, PROCEDENCIA, FECHA

Table with 3 columns: Nº, CÓDIGO DE MUESTRA, Alcalinidad (mgCaCO3/L). Includes a summary row with L.D.M. and 1.3.

MÉTODO: DL-MT- DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD TOTAL (mgCaCO3/L)





FORMATO

Código: DL-F-062
Versión: 01
Fecha de aprob.: 21/05/2018
Página: 1 de 1


INFORME DE ENSAYO COMPLEMENTARIO

CÓDIGO INTERNO:	
INFORME DE ENSAYO:	
REFERENCIA:	
PROYECTO:	
RESPONSABLE:	
CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS:	
PROCEDENCIA:	
	FECHA

Nº	CÓDIGO		
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

L.D.M.



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO</small>	FORMATO	Código : DL-F-063 Versión : 00 Fecha aprob.: 20/07/2017
	FICHA DE PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SECCIONES	Página : 1 de 1

FICHA N°

I. DATOS GENERALES DE LA SOLICITUD

SOLICITUD N°	
CÓDIGO Y NOMBRE DE PROYECTO	
SOLICITADO POR	
CANTIDAD DE MUESTRAS	

II. DATOS DE LA PREPARACIÓN

a. Tipo de preparación y cantidad de secciones preparadas.

	Cortes de Rocas / Galletas	Sección delgada (SD)	Sección pulida (SP)	Sección delgada-pulida (SDP)	Sección delgada doblemente pulida (SDDP)
Código de Laboratorio					
Total					

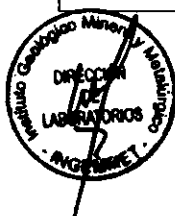
b. Equipos utilizados en la preparación


Etapas	Equipo

III. OBSERVACIONES

--

V°B° RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS	RESPONSABLE DEL ÁREA DE PETROTOMÍA



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	FORMATO	Código: DL-F-065
	REPORTE DE RESULTADOS DE PREPARACIÓN MECÁNICA	Versión: 00 Fecha de aprob.: 20/07/2017 Página: 1 de 1

REPORTE N°

I. DATOS GENERALES DE LA SOLICITUD

SOLICITUD / OT N°	
CÓDIGO Y NOMBRE DEL PROYECTO	
SOLICITADO POR	
CANTIDAD DE MUESTRAS	

II. DATOS DE LA PREPARACIÓN

a. Tipo de preparación y cantidad de muestras preparadas

	PULVERIZADO	CHANCADO	CUARTEADO / HOMOGENEIZADO	TAMIZADO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Total					

b. Equipos y características en la preparación

Etapa	Equipo	Características de la preparación

c. Características de la muestra

N°	Muestra	Cantidad de muestra	Secado T (°C)	Chancado			Cuarteado y homogeneizado	Pulverizado	Producto Final	
				Entrada	Primario	Secundario			Total	Malla
					Salida	Salida				

III. OBSERVACIONES

V°B* RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS	RESPONSABLE DEL ÁREA DE PREPARACIÓN MECÁNICA



N° DE SOLICITUD:		N° de Muestras:	
PROCESO:			
FECHA DE INICIO / FECHA DE TÉRMINO:			

1-Selección del método de Ensayo

2-Diseño de Laboratorio:				
Equipos				
Materiales				
Reactivos				

3-Mantenimiento Preventivo:				
Verificación Interna y/o Parámetros de Verificación				
Calibración de Equipos (Fecha)				
Instrumentos de Medición				


4-Control de Condiciones ambientales:				
	Área:			
Temperatura (°C)				
Humedad %				

5-Perfil del Personal Técnico				

6-Uso de muestras control				
BKS				
Muestras Certificadas				
Duplicados				
Muestras Ciegas				
Otros				

OBS Y/O NOTAS	
----------------------	--



 INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</small>	FORMATO	Código : DL-F-069 Versión : 00 Fecha aprob.: 20/04/2018
	INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Página : 1 de 2

INFORME TÉCNICO N° - -INGEMMET/DL-MYS

INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO		CÓDIGO LAB. <input style="width: 80px; height: 25px;" type="text"/>
NOMBRE DE EQUIPO	<input style="width: 95%; height: 25px;" type="text"/>	
MARCA	<input style="width: 180px; height: 25px;" type="text"/>	MODELO <input style="width: 120px; height: 25px;" type="text"/> SERIE <input style="width: 80px; height: 25px;" type="text"/>
CÓDIGO INTERNO	<input style="width: 180px; height: 25px;" type="text"/>	CÓDIGO SBN <input style="width: 250px; height: 25px;" type="text"/>
ÁREA USUARIA	<input style="width: 95%; height: 25px;" type="text"/>	
USUARIO DEL EQUIPO	<input style="width: 95%; height: 25px;" type="text"/>	

DETALLE DE SERVICIO			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO <input style="width: 30px; height: 25px;" type="checkbox"/>	MANTENIMIENTO CORRECTIVO <input style="width: 30px; height: 25px;" type="checkbox"/>	EVALUACIÓN PREVIA <input style="width: 30px; height: 25px;" type="checkbox"/>	OTROS <input style="width: 30px; height: 25px;" type="checkbox"/>

ACTIVIDADES REALIZADAS

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
--





FORMATO

INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Código : DL-F-069
Versión : 00
Fecha aprob.: 20/04/2018
Página : 2 de 2

[Empty space for report content]

MATERIALES UTILIZADOS

[Empty space for materials used]

FECHA DE EJECUCIÓN

TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIOS

RESPONSABLE DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

NOMBRE

NOMBRE

FIRMA

FIRMA

FECHA DE PRESENTACIÓN DE INFORME

CONFORMIDAD DEL TRABAJO (ÁREA USUARIA)

NOMBRE

FIRMA



FORMATO

ESTADÍSTICA DE INDICADOR DE CALIDAD

Código: DL-F-070
 Versión: 00
 Fecha aprob.: 09/02/2018
 Página: 1 de 1


ÁREA:

INDICADOR	FÓRMULA
OBJETIVO GENERAL	
OBJETIVO ESPECIFICO	META

ESTADÍSTICA AÑO:

OBSERVACIONES



	FORMATO	Código : DL-F-071 Versión : 00 Fecha aprob.: 09/02/2018
	PRÉSTAMO DE EQUIPOS	Página : 1 de 2

Requerimiento N°	
Referencia	

1. Datos del Solicitante

Nombre del Solicitante:	
Condición Contractual:	CAS () CAP ()
Dirección de Línea:	


2. Datos del Equipo

Denominación de Equipo:	
Marca:	Modelo:
Código de Inventario:	Código SBN:
Estado general del Equipo:	Bueno () Regular ()
El equipo consta de las siguientes partes y/o se presta con los siguientes accesorios:	

3. Conformidad de recepción de equipo

Fecha de Préstamo:	Hora de préstamo:
-----	-----
Firma del Responsable del Préstamo	Firma del Solicitante
Nombre:	Nombre:
<p>IMPORTANTE: El solicitante se hace responsable por cualquier daño o pérdida parcial o total, que pudiesen presentar el equipo y los accesorios anteriormente indicados, los cuales se entregan para su uso y administración directa.</p>	



	FORMATO	Código : DL-F-071 Versión : 00 Fecha aprob.: 09/02/2018
	PRÉSTAMO DE EQUIPOS	Página : 2 de 2

4. Conformidad de entrega del equipo

Fecha de Préstamo:	Hora de préstamo:
-----	-----
Firma del Responsable del Préstamo	Firma del Solicitante
Nombre:	Nombre:
Observaciones:	

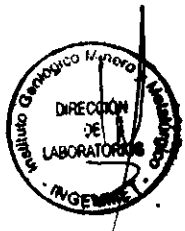


 INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</small>	FORMATO	Código: DL-F-075
	INFORME DE ENSAYO ANÁLISIS DE HIERRO EN AGUAS	Versión: 00 Fecha de aprob.: 23/05/2018 Página: 1 de 1

CÓDIGO INTERNO:			
INFORME DE ENSAYO:			
REFERENCIA:			
PROYECTO:			
RESPONSABLE:			
CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS:			
PROCEDENCIA:		FECHA:	

Nº	CÓDIGO	Fe ⁺² mg/L	Fe ⁺³ mg/L
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
L.D.M.			

--



REFERENCIA						
CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS:						
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS:			Fecha recepción:	Fecha entrega:		
SUPERVISOR (a):						
Nº	Código interno de muestra (Lab)	Peso de muestra (g)	Volumen/enrase (ml)	Peso de Au: Gravimetría	Au: g/Tm	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

CONTROLES DE CALIDAD

CONTROL DE BLANCOS DE REACTIVOS

Nº	Código interno de muestra (Lab)	Peso de muestra (g)	Volumen/enrase (ml)	Observaciones
1				
2				


MATERIAL DE REFERENCIA CERTIFICADA

Nº	Código interno de muestra (Lab)	Peso de muestra (g)	Volumen/enrase (ml)	Peso de Au: Gravimetría	Au: g/Tm	Observaciones
1						
2						
3						

DUPLICADOS DE MUESTRAS

Nº	Código interno de muestra (Lab)	Peso de muestra (g)	Volumen/enrase (ml)	Peso de Au: Gravimetría	Au: g/Tm	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						



 SECTOR ENERGIA Y MINAS INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</small>	FORMATO	Código : DL-F-079 Versión : 00 Fecha aprob.: 21/05/2018 Página : 1 de 2
	VERIFICACIÓN DIARIA DE CONDICIONES DEL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO	

I. DATOS GENERALES

MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO ANALÍTICO			
MARCA	ZEISS	MODELO	EVO MA 15
DETECTORES	Electrones Secundarios Electrones Retrodispersados Espectrómetro de energía dispersiva de rayos X Catodoluminiscencia Electrones Secundarios para presión variable		
USUARIO			
FECHA			
HORA DE INGRESO		HORA DE SALIDA	

II. CONDICIONES DEL EQUIPO

VACÍO	INICIO	SALIDA
Sistema de Vacío / System Vacuum		
Vacío del Cañón / Gun Vacuum		
Vacío de la cámara / Chamber Vacuum		
VERIFICACIÓN DEL HAZ	INICIO	SALIDA
IProbe (1.3 nA)		
Fill I (1.880 A x defecto-máximo 1.900 A)		
EHT (20kV)		

III. CHECK LIST PARA ENCENDIDO DEL EQUIPO

N°	DESCRIPCIÓN	OK	OBSERVACIONES (Continúa en el punto IV)
1	Verificar si la platina está inicializada		
2	Verificar si el tamaño de apertura coincide con la apertura del equipo		
3	Encendido del filamento		
4	Verificar si el panel está activo		
5	Verificar si el filamento está centrado		





FORMATO

Código : DL-F-079
Versión : 00
Fecha aprob.: 21/05/2018
Página : 2 de 2

VERIFICACIÓN DIARIA DE CONDICIONES DEL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

6	Verificar si el haz está centrado		
7	Verificar el con el Focus Wobble que la imagen no se mueva		
8	Verificar el astigmatismo		

IV. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS

V. FIRMA DE CONFORMIDAD



3. COMPOSICIÓN:

COMPOSICIÓN GENERAL (%)						
GRANOS				MATRIZ	CEMENTO/REEMP.	POROSIDAD

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (%)						


III. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA PORAL:

ABUNDANCIA:DE POROS					SELECCIÓN:	
Textura	Tipo	Tamaño	µm	%	Distribución	Ubicado

1. DIAGÉNESIS:

2. PARÁMETROS TEXTURALES:




	FORMATO	Código : DL-F-080
	ESTUDIO DE POROSIDAD	Versión : 00 Fecha aprob.: 16/07/2018 Página : 3 de 3

3. FOTOMICROGRAFÍA/S:

4. ESTUDIOS ADICIONALES:


5. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:




	FORMATO	Código : DL-F-081 Versión : 00 Fecha aprob. : 14/08/2018 Página : 1 de 2
	INFORME TÉCNICO	

Ficha N°:		Código Interno:		Fecha:	
Referencia:					
Proyecto:					
Responsable:		Solicitante:			

Referencias técnicas :			
Instructivo de referencia:			
Método de análisis:			
Tipo de imágenes:		Software utilizado:	
Imágenes:		Procesamientos:	
Entregables:			
Impresiones:		Productos digitales:	
Elaborado por:			

Resumen
Introducción/antecedentes (opcional)
Objetivos
Materiales / Equipos
Metodología (desarrollo y hallazgos)
Resultados (incluir detalle de la información a entregar)


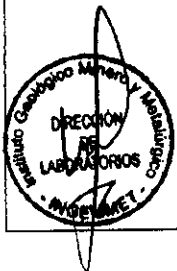
	FORMATO	Código : DL-F-081 Versión : 00
	INFORME TÉCNICO	Fecha aprob. : 14/08/2018 Página : 2 de 2

Conclusiones

Discusión

Bibliografía

Anexos





FORMATO

INFORME MENSUAL

Código : DL-F-146
Versión : 00
Aprobado por: DL
Fecha aprob. : 12 ENE. 2010
Página : 1 de 2

INFORME MENSUAL N°-20....-DL-.....

Dirección	
Persona que reporta:	
Laboratorio/Gabinete:	
Período de reporte:	

1. LABORATORIO/GABINETE

Trabajos Realizados

Bibliografía revisada

Interpretaciones y/o Comentarios

Otros comentarios

Preparación de informes y publicaciones



FORMATO

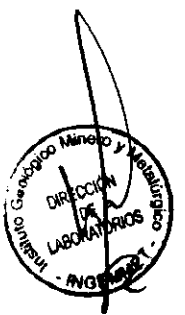
INFORME MENSUAL


Código : DL-F-146
 Versión : 00
 Aprobado por: DL
 Fecha aprob.: 12 ENE. 2010
 Página : 2 de 2

2. REUNIONES, EVENTOS

3. OTROS

Lima,de..... de



	FORMATO	Código : DL-F-157 Versión : 03 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO MINERAGRÁFICO	Página : 1 de 3

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	


RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. INFORMACIÓN MINERAGRÁFICA:

1. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:

2. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:



	FORMATO	Código : DL-F-157 Versión : 03 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO MINERAGRÁFICO	Página : 2 de 3

3. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA:

<i>Mineral</i>	Tamaño (mm)	%

4. TEXTURAS **PRINCIPALES**:

--

5. SECUENCIA DE FORMACIÓN PROBABLE:


6. **GRADO DE ALTERACIÓN**:

<i>Alteración</i>	<i>Incipiente (Traza)</i>	<i>Débil (1-11%)</i>	<i>Moderada (12-49%)</i>	<i>Intensa (>50%)</i>

7. FOTOMICROGRAFÍAS:

--



	FORMATO	Código : DL-F-157 Versión : 03 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO MINERAGRÁFICO	Página : 3 de 3

8. ESTUDIOS ADICIONALES:

9. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



SOLICITUD DE ESTUDIOS PETROMINERALÓGICOS

CÓDIGO INT.:	REFERENCIA:	FECHA:	
CÓDIGO DE PROYECTO:	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	SOLICITANTE:	
NOMBRE DEL PROYECTO:	RECEPCIÓN DE MUESTRAS		
Usuario que entrega la muestra:	Cantidad:	Firma:	Fecha y hora:


N°	Código	Cadrángulo	SISTEMA DE COORDENADAS			Localidad y/o Paraje	SERVICIOS SOLICITADOS										OBSERVACIONES	
			COORDENADAS UTM				Preparación de Muestras	Estudio y Análisis (Adjuntar Anexos)*					Otros Análisis y/o servicios					
			N	E	Zona			Petrográfico	Minerográfico	Petrominerográfico	Espectros de Minerales	Inclusiones de Fluidos	Mineralógico de Material Suelto	Mineralógico de Grado de Liberación	Fotomicrografías	Tinción de minerales		Fluorescencia de Minerales
TOTAL DE SERVICIOS:																		

NOTA: El tiempo de custodia de las secciones será de 06 meses a partir del día de entrega del Informe Técnico, luego pasará a custodia de la Lihoteca

*ANEXOS OBLIGATORIOS PARA ESTUDIOS PETROMINERALÓGICOS	Checklist
1. Anexo 1. Información de campo y Descripción Macroscópica	
2. Esquema de campo y/o fotos de donde se extrajo la muestra	
3. Ubicación espacial de las muestras en el plano y mapa geológico, según el tipo de estudio o análisis	

Dirección de Línea _____ Responsable del Proyecto _____ VºBº Director de Laboratorios



	FORMATO	Código : DL-F-164
	REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS MINERALÓGICOS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X	Versión : 03 Fecha aprob.: 11/10/2017 Página : 1 de 1

REPORTE N°			
SOLICITUD N°		REFERENCIA	
SOLICITADO POR			
N° DE MUESTRAS			

TIPO DE MUESTRA			
ROTACIÓN DE LA MUESTRA		VELOCIDAD (rpm)	
TIPO DE ÁNODO			
DIFRACTOMETRO MARCA		MODELO	
VOLTAJE		CORRIENTE	

ESTUDIO REALIZADO POR		FECHA	
------------------------------	--	--------------	--

RANGO DE BARRIDO (2θ)			
DE		HASTA	

	CODIGO DE MUESTRA		
N°	MINERAL	FÓRMULA	%

OBSERVACIONES

V°B° RESPONSABLE DE LABORATORIO RX	FIRMA



INFORME DE ENSAYO - SEDIMENTOS - DIG.AGUA REGIA

INFORME DE ENSAYO : _____

REFERENCIA: _____

PROYECTO: _____

RESPONSABLE: _____

CANTIDAD DE MUESTRAS: _____

PROCEDENCIA: _____


FECHA : _____

Nº	CÓDIGO	Ag ppm	Al ppm	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca ppm	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

L.D.M.: _____

MÉTODO: DL-ME-002-ANÁLISIS POR DIGESTION CON AGUA REGIA EN MUESTRAS DE SEDIMENTOS POR ICP-OES



	FORMATO	Código : DL-F-204
	INFORME DE ENSAYOS - POLIMETÁLICOS	Versión : 02 Fecha de aprob. : 28/06/2018 Página : 1 de 1

CÓDIGO INTERNO:	
INFORME DE ENSAYO:	
REFERENCIA:	
PROYECTO:	
RESPONSABLE:	
CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS:	
PROCEDENCIA:	FECHA

Nº	CÓDIGO	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Fe %
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

L.D.M.					
--------	--	--	--	--	--

DL-ME-004 Análisis de Polimetálicos con digestión multiácida por Espectrofotometría de Absorción Atómica



ALINEACIÓN DE ANTORCHA - ICP-OES

Equipo: Varian 735-ES		Tipo Gráfico: Intensidad		Posición de la antorcha: Radial / ELQA - 053					
N°	Fecha de Alineación de Antorcha	Fecha .de prep. Soluc. Tunning	Intensidad c/s	Posición Horizontal	Tipo de Camara	Medio de Solución de Lavado	Estandar Interno	Observaciones	Verificación con Ytrio
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									





FORMATO

Código : DL-F-208
 Versión : 00
 Aprobado por: DL
 Fecha aprob.: 20 SET 2012
 Página : 1 de 1

**CONTROL INTERNO DE ANALISIS DE MUESTRAS
 DETERMINACIÓN DE ORO FIRE ASSAY**

REFERENCIA:			
PROYECTO:			
RESPONSABLE:			
CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS:			
PROCEDENCIA:		Fecha recepción:	Fecha análisis:

N°	CÓDIGO DE MUESTRA (Cliente)	CÓDIGO INTERNO DE MUESTRA LAB.	Peso de muestra Lab (g)	Volumen /enrase (ml)	Peso de Au: Gravimetría	Au: g/Tm	Responsable del Análisis	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

CMR								
1								
2								
3								





FORMATO

CONTROL INTERNO DE CONDUCTIVIDAD DEL SISTEMA DESMINERALIZADOR DE AGUA POTABLE

Código : DL-F-210
 Versión : 00
 Aprobado por: DL
 Fecha aprob.: 20 SEP 2017
 Página : 1 de 1

N°	Fecha	Regeneración y/o Lavado (Resinas)	Llenado de 02 Tanques (Thermo Scientific)	Verificación de la solución Patrón de conductividad (1413 µS)	Medida de Conductividad ELQA 028				Responsable	Obs.
					Salida del Sistema		Purificador Thermo ELQA-079 (µS)	Purificador Bamstead ELQA-080 (µS)		
					T(°C)	4ta Columna Anion (µS)				
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										



FORMATO

SOLICITUD PARA ANÁLISIS GEOQUÍMICO

Código: DI-F-212
Versión: 03
Fecha de aprob.: 16/01/2018
Página: 1 de 1

CÓDIGO INT:	REFERENCIA:	FECHA:	FECHA Y HORA:
CÓDIGO DE PROYECTO:	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	SOLICITANTE:	
NOMBRE DEL PROYECTO:			
RECEPCIÓN DE MUESTRAS:			
Usualia que entrega la muestra:	Cantidad:	Firma:	Fecha y hora:

N°	COORDENADAS UTM		Fecha de muestreo	Cantidad (Kg)	ANÁLISIS SOLICITADOS						OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS	
	Código	Norte			Este	Zona	ICP-OES	ICP-OES/AAS	ICP-MS	FA/AAS		AFS-AAS
					Preparación mecánica de muestras	ICP-OES Análisis de roca total (Óxidos) E. Mayores por fusión con Dgr. Multielemental	ICP-OES/AAS Análisis multielemental 32 elementos** E. Mayores por fusión con Dgr. Multielemental	ICP-MS Análisis de tierras raras*** por fusión con metaborato de litio	FA/AAS Análisis de oro por Fire Assay	AFS-AAS Análisis de mercurio por vapor frío	AAS Análisis polimetálico (Pb,Zn,Cu,Fe,Ag)	
TOTAL DE SERVICIOS:												

*Al, O, Ba, CaO, Co, Cr, Cu, Fe, Fe₂O₃, S, SiO₂, MnO, Ni, P₂O₅, SO₂, Sr, TiO₂, Y, Zn, Zr, LOI
 **Ag, Al, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Nb, P, Pb, Rb, Sb, Si, Sr, Ti, Tl, W, Y, Zn, Zr
 ***Be, Ce, Cs, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Ho, In, Lu, Nb, Nd, P, Sm, Ta, Tb, Th, Tl, Tm, U, Yb

NOTA: El tiempo de custodia de las pulpas de las muestras será de 02 meses a partir del día de entrega del informe de Ensayo, después pasará al cliente

Director de Línea

Responsable del Proyecto

V°B° Dir. Laboratorios



**CONTROL DE VERIFICACIÓN DE
 TEMPERATURA DEL HORNO DE FUNDICION**

N°	Fecha	PROCESO DE CALCINACIÓN Temperatura teórica: 600°C +/- 50°C		PROCESO DE COPELACIÓN Temperatura Teórica: 900°C +/- 50°C		PROCESO DE FUNDICIÓN Temperatura Teórica: 950 °C +/- 50°C		OBSERVACIONES
		Control de Temperatura DISPLEY	Control de Temperatura Thermocupla LANZA	Control de Temperatura DISPLEY	Control de Temperatura Thermocupla LANZA	Control de Temperatura DISPLEY	Control de Temperatura Thermocupla LANZA	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								



INFORME DE ENSAYOS - ROCA TOTAL (18 ELEMENTOS)

CÓDIGO INTERNO: _____
 INFORME DE ENSAYO: _____
 REFERENCIA: _____
 PROYECTO: _____
 RESPONSABLE: _____
 CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS: _____
 PROCEDENCIA: _____
 FECHA: _____

N°	CÓDIGO	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Fe ₂ O ₃ %	K ₂ O %	MgO %	MnO %	Na ₂ O %	P ₂ O ₅ %	SiO ₂ %	TiO ₂ %	LOI %
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

L.D.M. :	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

DL-ME-017: ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE SUELOS, ROCAS Y SEDIMENTOS POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO DETERMINADAS POR ICP-OES.

DL-ME-002: DETERMINACIÓN DE LOI POR TERMOGRAVIMETRÍA



INFORME DE ENSAYOS - ROCA TOTAL (32 ELEMENTOS)

CÓDIGO INTERNO :
 INFORME DE ENSAYO :
 REFERENCIA :
 PROYECTO :
 RESPONSABLE :
 CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS :
 PROCEDENCIA :
 FECHA :

N°	CÓDIGO	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

L.D.M.:	0.5	0.01	0.01	1	5	5	10	0.01	1	1	2	0.01
---------	-----	------	------	---	---	---	----	------	---	---	---	------

DL-ME-017-ANÁLISIS DE ELEMENTOS MAYORES EN MUESTRAS DE SUELOS, ROCAS Y SEDIMENTOS POR FUSIÓN ELÉCTRICA CON METABORATO DE LITIO, DETERMINADAS POR ICP-OES.
 DL-ME-003-ANÁLISIS DE ELEMENTOS MENORES EN MUESTRAS DE SUELOS, ROCAS Y SEDIMENTOS POR ICP-OES



I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. INFORMACIÓN PETROGRÁFICA:
1. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA:**2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:****3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:**

4. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA:

		<i>Mineral</i>	Tamaño (mm)	%
CRISTALES	Esenciales			
	Accesorios			
MATRIZ				
LITICOS				
SECUNDARIOS				


5. TEXTURAS *PRINCIPALES*:

--

6. *GRADO DE ALTERACIÓN*:

<i>Alteración</i>	<i>Incipiente (Traza)</i>	<i>Débil (1-11%)</i>	<i>Moderada (12-49%)</i>	<i>Intensa (>50%)</i>




	FORMATO	Código : DL-F-231 Versión : 02 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS ÍGNEAS.	Página : 3 de 3

7. FOTOMICROGRAFÍA/S:

8. ESTUDIOS ADICIONALES:

9. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



	FORMATO	Código : DL-F-232 Versión : 03 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS.	Página : 1 de 3

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA


II. INFORMACIÓN PETROGRÁFICA:

1. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA:

2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:

3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:



	FORMATO	Código : DL-F-232 Versión : 03 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS.	Página : 2 de 3

4. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA:


		<i>Mineral</i>	Tamaño (mm)	%	
COMPONENTES	Alogénicos o Detríticos				
	Autigénicos				
	Accesorios				
MATRIZ					
CEMENTO					
SECUNDARIOS					

5. TEXTURAS PRINCIPALES:

6. GRADO DE ALTERACIÓN:

Alteración	Incipiente (Traza)	Débil (1-11%)	Moderada (12-49%)	Intensa (>50%)




	FORMATO	Código : DL-F-232 Versión : 03 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS.	Página : 3 de 3

7. FOTOMICROGRAFÍAS:

8. ESTUDIOS ADICIONALES:

9. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



	FORMATO	Código : DL-F-233 Versión : 02 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS METAMÓRFICAS	Página : 1 de 3

I. DATOS GENERALES:

Código de la Muestra	Cuadrángulo	Sistema de Coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	

RESPONSABLE DEL ESTUDIO	FIRMA

II. INFORMACIÓN PETROGRÁFICA:

1. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA:

2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:

3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:



4. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA:

		<i>Mineral</i>	Tamaño (mm)	%
CRISTALES	Esenciales			
	Accesorios			
MATRIZ				
SECUNDARIOS				
GRUPO COMPOSICIONAL				


5. TIPO DE METAMORFISMO

6. TEXTURAS PRINCIPALES:

7. GRADO DE ALTERACIÓN:

<i>Alteración</i>	<i>Incipiente (Traza)</i>	<i>Débil (1-11%)</i>	<i>Moderada (12-49%)</i>	<i>Intensa (>50%)</i>

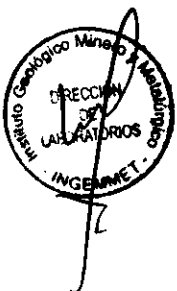


	FORMATO	Código : DL-F-233 Versión : 02 Fecha aprob.: 08/09/2015
	ESTUDIO PETROGRÁFICOS DE ROCAS METAMÓRFICAS	Página : 3 de 3

8. FOTOMICROGRAFÍA/S:

9. ESTUDIOS ADICIONALES:

10. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:



FORMATO

Código : DL-F-235
 Versión : 00
 Aprobado por : DL
 Fecha aprob : 29 ENE. 2010
 Página : 1 de 1

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MINERAL

OBSERVACIONES Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MUESTRAS EXTERNAS

O/T	N°		Cantidad de Muestras		Fecha Ingreso																
Cliente																					
Código de Muestra		Granulometría de Muestra																			
Peso de Muestra																					
Peso Húmedo			Peso Seco																		
Temperatura de Secado																					
<p><u>Características Físicas :</u></p> <p style="text-align: center;">Preparación Mecánica de Muestra</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Granulometría de Triturado</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Granulometría de Pulverizado</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Peso de Pulverizado (Pulpa)</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Velocidad de Pulverizado en olla de AT/ A / W</td> <td></td> <td style="text-align: center;">rpm</td> </tr> <tr> <td>Tiempo</td> <td></td> <td style="text-align: center;">min</td> </tr> </table>							Granulometría de Triturado			Granulometría de Pulverizado			Peso de Pulverizado (Pulpa)			Velocidad de Pulverizado en olla de AT/ A / W		rpm	Tiempo		min
Granulometría de Triturado																					
Granulometría de Pulverizado																					
Peso de Pulverizado (Pulpa)																					
Velocidad de Pulverizado en olla de AT/ A / W		rpm																			
Tiempo		min																			

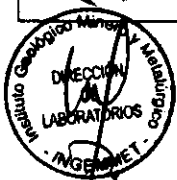
ÁREA DE PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS

Técnicos :

 Responsable del Lab. P.M.

 V°B° Dir. Laboratorios





FORMATO

CONTROL DE CALIDAD INTERNA - ÁREA DE PREPARACIÓN MECÁNICA

Código : DL-F-236
 Versión : 00
 Aprobado por : DL
 Fecha aprob : 27/09/2010
 Página : 1 de 1

Laboratorio de Preparación de Muestras

REFERENCIA:		Laboratorio de Química
PROYECTO:		
RESPONSABLE:		
CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS:		
PROCEDENCIA:		
Fecha de entrega	:	
Recibido Por	:	
Firma	:	

Muestras del Cliente		OBSERVACIÓN
MUESTRA	CANTIDAD	
Muestras Procesadas en		
Preparación Mecánica		
Muestras sin Procesar (pulverizadas por el cliente)		
Blancos del Cliente		
Otros (especificar)		
Total Muestras del Cliente	0	

RESUMEN	CANTIDAD
Total Muestras del Cliente	
Total Muestras de Prep. Mecánica	
TOTAL Muestras entregadas al Laboratorio de Química	

Muestras de control de Calidad Procesados en el Área de Preparación Mecánica de Muestras		OBSERVACIÓN
N°	CÓDIGO INTERNO	
1		
2		
3		
4		
5		
Total Muestras de Prep. Mecánica de Muestras		

Técnico Especialista

Responsable del L.P.M.

V°B° Dir. Laboratorios

VERIFICACIÓN DE VOLÚMENES

N°	Fecha	Hora	Temp. (°C)	Humedad (%)	Volúmenes de Referencia			Responsable	Firma
					1±0.001 ml	1±0.001 ml	Prom(ml)		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									


 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
 DIRECTOR DE LABORATORIOS
 INGEMMET

INFORME DE ENSAYO-MUESTRAS DE AGUA

Código: DL-F-245
Versión: 04
Fecha de aprob.: 23/05/2018
Página: 1 de 2

CÓDIGO INTERNO: _____

INFORME DE ENSAYO: _____

REFERENCIA: _____

PROYECTO: _____

RESPONSABLE: _____

CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRAS: _____

PROCEDENCIA: _____

FECHA: _____

ANIONES:

N°	CÓDIGO DE MUESTRA	CO3=	HCO3-	F-	Cl-	NO3-	SO4=	NO2-	Na	Mg	K	Ca	Sr	Li	SiO2	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								

L.D.M.	1	1	0.2	0.2	0.5	1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3	0.0005	0.0004	0.5	0.0003	0.005	0.001	0.05	0.0005	0.0002	0.0002	0.0002
--------	---	---	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	--------	--------	-----	--------	-------	-------	------	--------	--------	--------	--------

CATIONES:

MÉTODOS: Titrimétrico: CO₃, HCO₃, Cromatografía Iónica: F, Cl, NO₃, SO₄

FECHA DE ANÁLISIS: _____

FECHA DE ANÁLISIS: _____

MÉTODOS: Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES) - Na, Mg, K, Ca, Sr, Li, SiO₂, B, Fe, S, Espectrometría de Masa por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) - Ag, Al, As, B, Be, Bi, Sr, Li, F, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sm, Th, Ti, U, V, W, Y, Zn. **FECHA DE ANÁLISIS:** _____

