

DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS  
ACTIVIDAD EN ÁREAS DE NO ADMISIÓN DE  
PETITORIOS MINEROS - ANAPs



Afloramiento de **Quarz Pods**, en el batolito Atico - Camaná

PROSPECCIÓN GEOLÓGICA MINERA DEL ANAP ATICO

Participantes:

William Martínez-Valladares  
Miguel Poma-Rodríguez

Lima – Perú  
2016

## CONTENIDO

RESUMEN .....	5
I. INTRODUCCIÓN .....	6
1.1 UBICACIÓN Y ACCESOS.....	7
1.2 ESTUDIOS PREVIOS.....	9
1.3 CLIMA Y VEGETACIÓN .....	9
1.4 INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS .....	9
1.5 CONCESIONES MINERAS Y LÍMITES COMUNALES.....	10
1.6 TRABAJOS REALIZADOS .....	14
1.6.1 Geoquímica de sedimentos.....	14
1.6.2 Lito geoquímica .....	14
1.6.3 Cartografiado Geológico .....	14
1.7 OBJETIVOS .....	14
1.8 PARTICIPANTES .....	14
II. CONTEXTO GEOLOGICO REGIONAL.....	15
2.1 GEOLOGÍA REGIONAL.....	15
2.1.1 Unidades Litoestratigráficas .....	15
2.2 ASPECTOS METALOGÉNICOS REGIONALES .....	16
III. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	19
3.1 ESTRATIGRAFIA .....	20
3.1.1 Depósitos Cuaternarios.....	20
3.1.2 Formación Alpabamba .....	20
3.1.3 Formación Moquegua .....	20
3.1.4 Grupo Mitu.....	20
3.1.5 Grupo Tarma .....	20
3.2 ROCAS ÍGNEAS.....	20
3.2.1 Batolito Atico-Camana.....	20

3.3	ALTERACIONES HIDROTERMALES .....	21
3.4	MINERALIZACIÓN .....	21
IV.	ASPECTO ESTRUCTURAL DEL BLANCO DE INVESTIGACION .....	21
4.1	SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	21
4.1.1	Pliegues.....	21
4.1.2	Fallas .....	21
4.1.3	Fracturas .....	22
V.	GEOQUÍMICA DEL ANAP ATICO .....	25
5.1	Métodos de muestreo y enfoque .....	25
5.1.1	Preparación y control de muestras en el ANAP ATICO.....	26
5.1.2	Preparación y control de la muestra en gabinete - campo.....	26
5.1.3	Recepción de muestras.....	26
5.1.4	Verificación de datos .....	26
5.2	Prospección geoquímica de rocas.....	27
5.2.1	Aseguramiento y Control de Calidad.....	27
5.2.2.	Análisis de control de calidad para blancos gruesos y finos.....	28
5.2.3	Análisis de control de calidad para los elementos Au, Ag, Cu, Pb y Zn. ....	29
5.2.4	Análisis de control de duplicados .....	33
VI.	PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO .....	34
6.1	Población de rocas intrusivas.....	35
VII.	INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA .....	40
7.1	Coefficiente de Correlación .....	40
7.2	Población de rocas intrusivas.....	41
VIII.	DISTRIBUCIÓN GEOQUÍMICA .....	41
8.1	Cobre .....	41
8.2	Molibdeno .....	41
8.3	Oro.....	41
8.4	Plata.....	41
8.5	Plomo .....	41

8.6	Zinc .....	41
8.7	Hierro .....	41
IX	ANOMALIAS Y GUIAS GEOQUIMICAS.....	41
X.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
11.	REFERENCIAS BLIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS .....		45
I.	MAPAS.....	45
II.	RESULTADOS ANALÍTICOS .....	45
III.	TABLAS.....	45
IV.	FOTOGRAFIAS.....	45

#### RELACIÓN DE FIGURAS

Fig. 1.	Mapa de Ubicación del ANAP Atico dentro de la hoja Atico (33o).
Fig. 2.	Mapa Catastral de las hojas Chaparra y Atico_2016, donde se muestra los ANAPs Atico y Maija
Fig. 3.	Mapa de vértices del ANAP Atico UTM WGS 84 – Zona 18
Fig. 4.	Mapa geológico regional del ANAP Atico
Fig. 5.	Mapa de las franjas metalogenéticas y los tipos de depósitos minerales, alrededor del ANAP Atico
Fig. 6.	Mapa Geológico del ANAP Atico, se muestra las unidades sedimentarias e intrusivas asociadas a las estructuras mayores de dirección
Fig. 7.	Mapa de alteraciones del ANAP Atico
Fig. 5.1	Control de calidad del elemento Cu en blanco grueso y fino
Fig. 5.2	Au (ppb) – Estándares
Fig. 5.3	Ag (ppm) – Estándares
Fig. 5.4	Cu (ppm) – Estándares
Fig.5.5	Pb (ppm) – Estándares
Fig. 5.6	Zn (ppm) – Estándares
Fig. 5.7	Zn (ppm) – Estándares
Fig. 5.8	Gráfica de muestras original vs muestra duplicado de campo para el Cu.
Fig.5.9	Distribución de valores anómalos de Au ppb en muestras de roca población intrusiva en el ANAP
Fig.5.10	Distribución de valores anómalos de Cu ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP.
Fig.5.11.	Distribución de valores anómalos de Pb ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP.
Fig.5.12	Distribución de valores anómalos de Zn ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP

## RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1.	Rutas para acceso al ANAP Atico
Tabla 2.	Concesiones ANAP Atico
Tabla 3.	Coordenadas de los vértices del ANAP Atico, UTM WGS 84 – Zona 18 Sur
Tabla 4.-	Límites de detección máximos y mínimos de análisis geoquímicos.
Tabla 5.1.	Límites de detección máximos y mínimos de análisis geoquímicos.
Tabla 5.2.	Distribución de muestras de esquirlas de roca
Tabla 5.3.	Valores de estándares de los certificados del laboratorio Geostats PTY LTD.
Tabla 5.4.	Resultados Analíticos Blancos de Control en muestras de rocas
Tabla 5.5.	Resultados analíticos de las muestras originales y duplicados.
Tabla 5.6.	Valor de fondo, umbral, rangos de anomalías para intrusivos, en el ANAP ATICO.
Tabla.5.7.	Cóeficiente de correlación de la población de rocas intrusivas.

## RESUMEN

Cumpliendo con los trabajos de prospección y evaluación en las áreas de no Admisión ubicadas en la hoja de Atico, se realizaron los trabajos de prospección en el ANAP Atico.

El Área se ubica políticamente al norte del distrito de Atico en la provincia de Caravelí, región Arequipa, con 73,900 hectáreas y enmarcadas en la hoja Ático (33o)

Las observaciones geológicas de terreno se realizaron en el marco del ANAP, así como en sus alrededores, indican el predominio de unidades de roca con edades desde el pre-cambriano, y paleozoicas las cuales se encuentran soterradas bajo secuencias de conglomerados, areniscas y tobas de edad Miocena. Estas unidades de roca se encuentran afectadas por estructuras tipo fallas de carácter regional, denominadas Choclón y Torres Grande, cuya dirección es mayormente E-O. Estas dos estructuras transiliosféricas afectan a las secuencias Pre-cambrianas, Paleozoicas y Miocenas, fallándolos y generando bajos y altos estructurales los cuales limitan unidades como el Batolito Atico - Camaná y las secuencias sedimentarias del Grupo Mitu.

Evidencias de manifestaciones hidrotermales, labores mineras y cateos a lo largo del ANAP Atico son nulas, es posible que las condiciones metalogenéticas y de tiempo, no fueron los adecuados para el emplazamiento de fluidos mineralizantes de carácter económico. Asimismo a pesar de un buen comportamiento estructural, generados por la fallas transiliosféricas Choclón y Torres Grande, generando estructuras asociadas, ellas no han tenido condiciones necesarias para desarrollar y albergar algún un tipo de yacimiento en la faja asociada a depósitos tipo IOCG y/o Pórfidos.

Afloramientos de cuerpos intrusivos de composición dioríticas con fuerte foliación se encuentran inconformes bajo una pila sedimentaria asignada al Grupo Mitu de edad Permiana

Manifestaciones de alteraciones hidrotermales y explotación de vetas auríferas, solo se manifiestan al norte del ANAP y asociadas a yacimientos en vetas con oro, las cuales se encuentran en cuerpos intrusivos de edades Jurásicas. Estas manifestaciones de alteración y vetas auríferas fueron estudiadas inicialmente en 1976 por el geólogo Manuel Paz M (Servicio de Geología y Minería), en cuyo informe geológico-geoquímico del área anómala de Atico, concluye que no tiene importancia económica. Trabajos de actividades mineras como: prospección, calicatas, a media barreta u otros, no fueron encontradas dentro del ANAP Atico.

En resumen, en el aspecto geo-económico, en el ANAP Atico, no existen anomalías geoquímicas, alteraciones hidrotermales o actividad minera alguna, unidades de roca solo muestran alteración supérgena así como exudaciones de cuarzo blanco estéril denominados Quarz Pods. Finalmente, las unidades que cubren a las unidades volcano-sedimentarias e intrusivas como las formaciones Moquegua y Alpabamba, tampoco evidencian mineralización alguna.

## I. INTRODUCCIÓN

Políticamente El ANAP Atico se ubica en el distrito de Ático provincia de Caravelí región Arequipa, hoja Ático (33o) con 73,900 hectáreas.

El trabajo tuvo como objetivo, realizar la prospección y evaluación del área, en busca de un área de interés minero. Los trabajos de prospección en campo, fueron ejecutados entre los meses de Mayo y Septiembre del año 2016.

Dentro del bloque Atico Bloque 1, no se han ubicado trabajos de prospección o exploración artesanal, solamente existen trabajos de beneficio de oro en las afueras de la ciudad de Atico, cuyo material aurífero es traído de la mina km 30, ubicado en la Qda. Fray Alonso y Cerro Gordo y próximo a la carretera Atico – Caraveli (km 30). Los trabajos iniciales fueron de gabinete y consistieron en realizar los análisis de información bibliográfica, generación de mapas temáticos, análisis e interpretación de objetivos a partir de análisis estratigráfico, estructural, geoquímico y de manifestaciones mineras. Esta información sirvió para generar *targets* de prospección dado la extensión del ANAP. Las labores de campo se desarrollaron en dos etapas, prospectando los sectores – objetivos y desde la ciudad de Atico. La prospección de los objetivos generados fue ejecutada a lo largo de las principales quebradas que cortan el ANAP en dirección E-O y N-S. La prospección del terreno y los análisis geoquímicos de las muestras recolectadas selectivamente, no evidenciaron manifestaciones minerales de interés económico. El desarrollo del presente informe fue realizado en el campo de la estratigráfica, estructural y petrológica por W. Martínez-Valladares, mientras el desarrollo los temas de geoquímica y aseguramiento de calidad de la información, fue desarrollada por M. Poma-Rodríguez.

Como resultados geológicos de carácter importantes, fue el reconocimiento de los extensos afloramientos de rocas intrusivas asignadas a Batolito Atico - Camaná, que se encuentran inconformes bajo la cobertura de areniscas y lodolitas rojas del Grupo Mitu. Asimismo, la presencia de facies calcáreas al tope del Grupo Tarma, cuyos afloramientos se encuentran en Cerro Lobos ubicado al NO de la ciudad Atico. Por otro lado se observó y midió la cinemática dextral de la Falla Choclón y Torres Grández, cuya traza de dirección E-O, atraviesa el ANAP en sus sectores centro – norte. Por último se observó la inconformidad de las secuencias de conglomerados asignadas a la Formación Moquegua y tobos de la Formación Alpabamba bajo las unidades Precambrianas y paleozoicas.

## 1.1 UBICACIÓN Y ACCESOS

El ANAP Atico, políticamente se ubica en el al departamento de Arequipa, provincia Caravelí, distrito de Ático, hoja (33o). Las altitudes varían entre 50 y 1500 msnm (Figura 1), la accesibilidad al bloque, se puede observar en la tabla 1.

Tabla. 1. Rutas para acceso al ANAP Atico

Ruta	Distancia (km)	Estado
Lima - Chala	620	Carretera asfaltada
Chala - Atico	100	Carretera asfaltada
Atico – Caraveli	70	Carretera afirmada y trochas
Atico – sector sur y norte	50	varias trochas

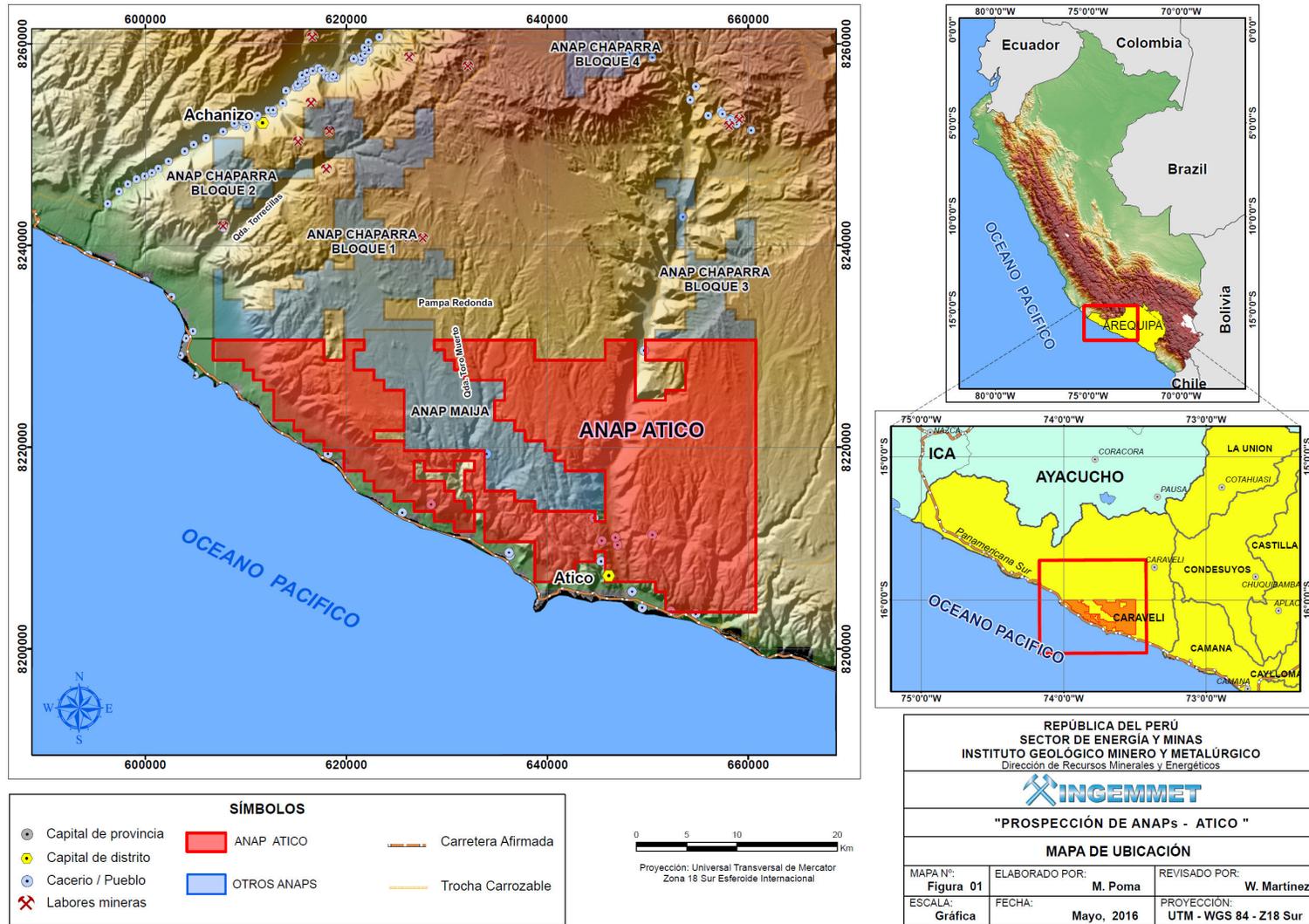


Fig. 1. Mapa de Ubicación del ANAP Atico dentro de la hoja del mismo nombre (330).

## 1.2 ESTUDIOS PREVIOS

El ANAP Atico, ha sido prospectado en décadas pasadas por pobladores del distrito de Atico. Las labores de extracción están restringidas al beneficio de canteras de materiales para construcción urbana, cuya explotación se encuentra a lo largo del curso inferior y medio del río Atico. Durante la prospección en toda el área dentro del ANAP, no se observó cateos mineros realizados por lugareños.

La ANAP Atico, se generó en marzo del año 2013, basado en asegurar las áreas de investigación en el marco del convenio con el Servicio Geológico de China (CGS), que desarrolló un amplio programa de recolección de sedimentos de quebradas activas, cubriendo totalmente las hojas de Chaparra y Atico. El ANAP fue solicitada por el INGEMMET al Ministerio de Energía y Minas el 24 de diciembre del año 2013 y autorizada con Decreto Supremo N 007-2013-EM, con una extensión de 73,900 hectáreas (Tabla 2). Entre los meses de Abril y Septiembre del año 2016 el INGEMMET, realizó la prospección de este ANAP en dos fases de campo.

Tabla 2. Concesiones ANAP Atico

CONCESION	TIT_CONCES	HECTAREA	D_ESTADO	NM_DIST	NM_PROV	NM_DEPA
ANAP ATICO	INGEMMET	73,900	ANAP	ATICO	CARAVELI	AREQUIPA

## 1.3 CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima en la región es caluroso y árido. Las precipitaciones son escasas, presentándose esporádicas lloviznas, entre los meses de enero a marzo, con una media mensual de 7 mm. Asimismo existen precipitaciones moderadas entre los meses de diciembre y abril que pueden producir fenómenos geodinámicas como deslizamientos y huaycos, afectando la carretera Chala – Chaparra y Atico - Caravelí. El resto del año es totalmente seco.

Con respecto a la temperatura, esta es variable en todos los meses, con una media promedio mensual de 15 ° Celsius. El ANAP Atico, se encuentra en terrenos eriazos, desérticos y prácticamente sin vegetación.

## 1.4 INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS

Los centros poblados más cercanos al ANAP son Atico y Caravelí, los mismos que se ubican al sur y noreste respectivamente. En estos lugares se pueden encontrar suministros alimenticios de primera necesidad como: víveres, hospedaje, combustible (petróleo y gasolina de 90 y 95 oct), alimentación, acémilas, comunicación, así como

personal a los que se les puede contratar como guías por su conocimiento de la zona. Las carreteras de penetración que existen en el sector sur del ANAP y NE (desde la carretera a Caravelí) fueron trazadas y construidas por ABENGOA, para los trabajos de instalación de las torres de media y alta tensión del proyecto de electrificación Trans-Mantaro (Línea de Transmisión 500 Kv Mantaro-Marcona-Socabaya-Montalvo y Subestaciones Asociadas 2012 - 2016), siendo muchas de ellas en general de regular estado. Estas carreteras son mantenidas mientras dure el proyecto y accesibles durante todo el año. La otra línea de penetración por la carretera Atico-Caraveli, penetra en el Km. 48, siendo realizada por la empresa Questdor sac. Con una extensión de 20 – 25 Km. Esta trocha no se encuentra mantenida y fue realizada con el objetivo de realizar plataformas de perforación, las cuales fueron ejecutadas.

### 1.5 CONCESIONES MINERAS Y LÍMITES COMUNALES

El ANAP Atico está ubicado en la hoja Atico (33o); abarca un total de 73,900 ha, siendo autorizada por decreto supremo N 007-2013-EM.

Las coordenadas de los 130 vértices que corresponden al ANAP Atico se muestran en la Tabla 03. Estas coordenadas están en el sistema UTM y datum WGS84 Zona Sur, las cuales fueron usadas también, en los mapas preparados para el presente informe.

El área del ANAP Atico, limita al norte con el ANAP Chaparra – Bloque 1 y rodea al ANAP Maija (Fig. 2). Entre las principales concesiones mineras cercanas tenemos:

- Al Norte: Inversiones Mineras La Chalina SAC; Minera Titán del Perú SRL, Minera Veta Dorada SAC.
- Al Este: Minsur SA; Kairos Capital Perú SAC.
- Al Oeste: Minera Apu SAC; Blue Will EIRL.entre otros.

Tabla 3. Coordenadas de los vértices del ANAP Atico, UTM WGS 84 – Zona 18 Sur

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
1	631778.87	8213629.32	45	623778.68	8225629.34	89	648778.16	8228629.41
2	632778.85	8213629.32	46	625778.64	8225629.35	90	648778.27	8224629.40
3	632778.91	8211629.32	47	625778.75	8221629.33	91	651778.22	8224629.41
4	630778.94	8211629.31	48	622778.80	8221629.33	92	651778.19	8225629.41
5	630778.91	8212629.31	49	622778.83	8220629.32	93	653778.15	8225629.41
6	628778.95	8212629.31	50	625778.78	8220629.33	94	653778.07	8228629.42
7	628778.92	8213629.31	51	625778.81	8219629.33	95	649778.14	8228629.42
8	626778.95	8213629.31	52	633778.67	8219629.35	96	649778.09	8230629.42
9	626778.93	8214629.31	53	633778.78	8215629.33	97	650778.07	8230629.42
10	624778.96	8214629.31	54	636778.73	8215629.34	98	660777.89	8230629.45
11	624778.93	8215629.31	55	636778.75	8214629.34	99	660778.63	8203629.35
12	622778.97	8215629.31	56	638778.72	8214629.34	100	651778.79	8203629.33
13	622778.94	8216629.31	57	638778.75	8213629.34	101	651778.74	8205629.34
14	621778.96	8216629.31	58	644778.64	8213629.35	102	650778.76	8205629.34
15	621778.93	8217629.31	59	644778.67	8212629.35	103	650778.73	8206629.34
16	619778.96	8217629.30	60	645778.65	8212629.35	104	645778.82	8206629.33
17	619778.91	8219629.31	61	645778.51	8217629.37	105	645778.73	8209629.34
18	617778.94	8219629.31	62	641778.58	8217629.36	106	644778.75	8209629.34
19	617778.92	8220629.31	63	641778.56	8218629.36	107	644778.78	8208629.33
20	615778.95	8220629.31	64	640778.57	8218629.36	108	642778.81	8208629.33
21	615778.92	8221629.31	65	640778.55	8219629.36	109	642778.87	8206629.32
22	614778.94	8221629.31	66	639778.56	8219629.36	110	638778.94	8206629.31
23	614778.91	8222629.31	67	639778.54	8220629.36	111	638778.83	8210629.33
24	612778.95	8222629.31	68	637778.57	8220629.36	112	633778.92	8210629.31
25	612778.86	8225629.32	69	637778.54	8221629.36	113	633778.83	8213629.33
26	611778.88	8225629.31	70	636778.56	8221629.36	114	632778.85	8213629.32
27	611778.85	8226629.32	71	636778.53	8222629.36	115	632778.80	8215629.33
28	610778.87	8226629.31	72	634778.57	8222629.36	116	631778.81	8215629.33
29	610778.84	8227629.32	73	634778.51	8224629.37	117	631778.76	8217629.33
30	609778.86	8227629.32	74	635778.50	8224629.37	118	632778.74	8217629.34
31	609778.83	8228629.32	75	635778.44	8226629.38	119	632778.71	8218629.34
32	606778.88	8228629.31	76	631778.51	8226629.37	120	630778.75	8218629.34
33	606778.83	8230629.32	77	631778.48	8227629.37	121	630778.78	8217629.33
34	617778.64	8230629.35	78	630778.50	8227629.37	122	627778.83	8217629.33
35	617778.70	8228629.34	79	630778.47	8228629.37	123	627778.80	8218629.33
36	619778.66	8228629.34	80	629778.49	8228629.37	124	626778.82	8218629.33
37	619778.61	8230629.35	81	629778.46	8229629.37	125	626778.87	8216629.32
38	621778.57	8230629.36	82	628778.48	8229629.37	126	629778.82	8216629.33
39	621778.60	8229629.35	83	628778.45	8230629.37	127	629778.85	8215629.32
40	620778.62	8229629.35	84	638778.28	8230629.40	128	630778.83	8215629.33
41	620778.67	8227629.34	85	638778.33	8228629.39	129	630778.86	8214629.32
42	622778.64	8227629.35	86	645778.21	8228629.41	130	631778.84	8214629.32
43	622778.67	8226629.35	87	645778.16	8230629.41			
44	623778.65	8226629.35	88	648778.10	8230629.42			

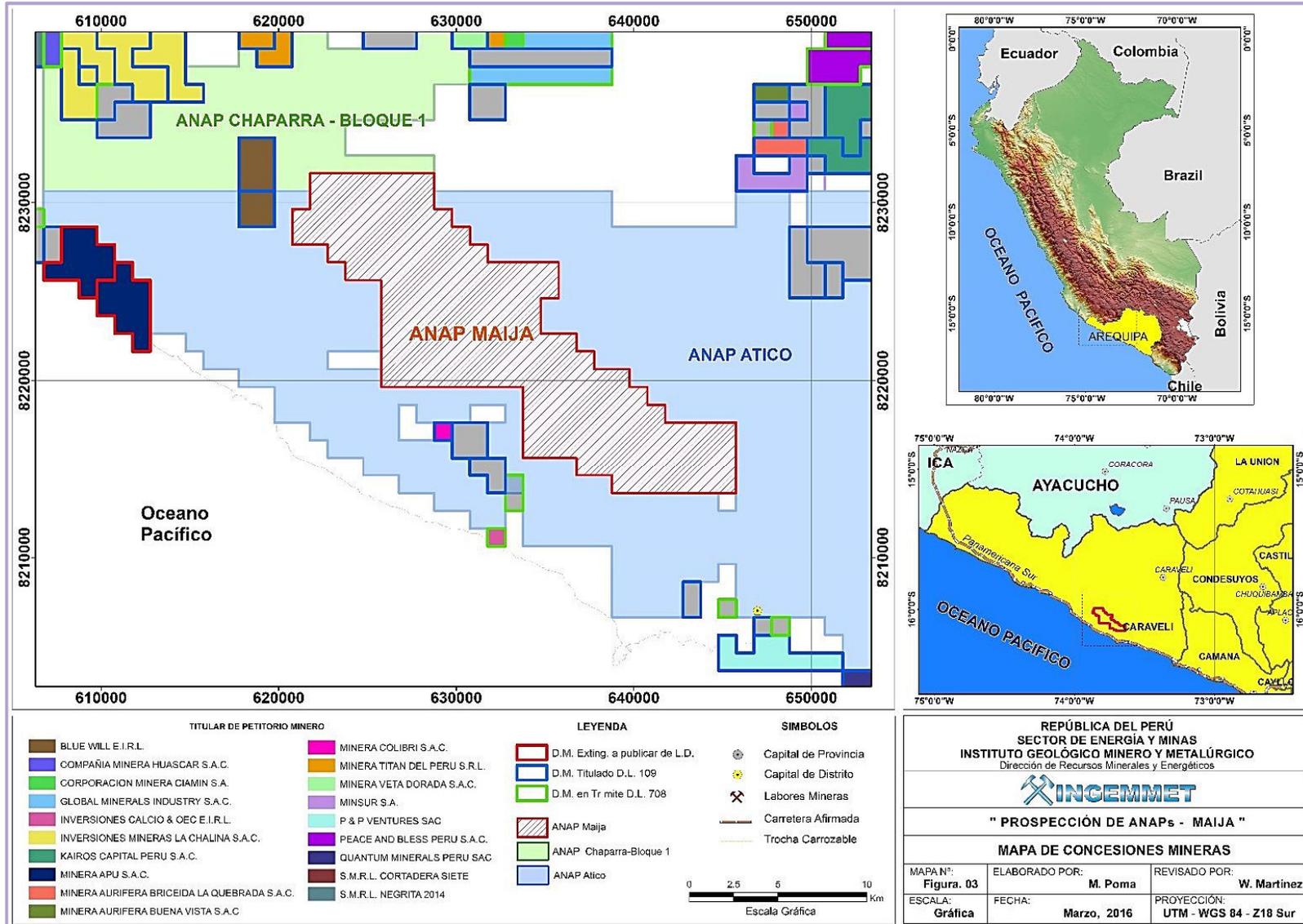


Fig. 2. Mapa Catastral de las hojas Chaparra y Atico\_2016, donde se muestra los ANAPs Atico y Maija

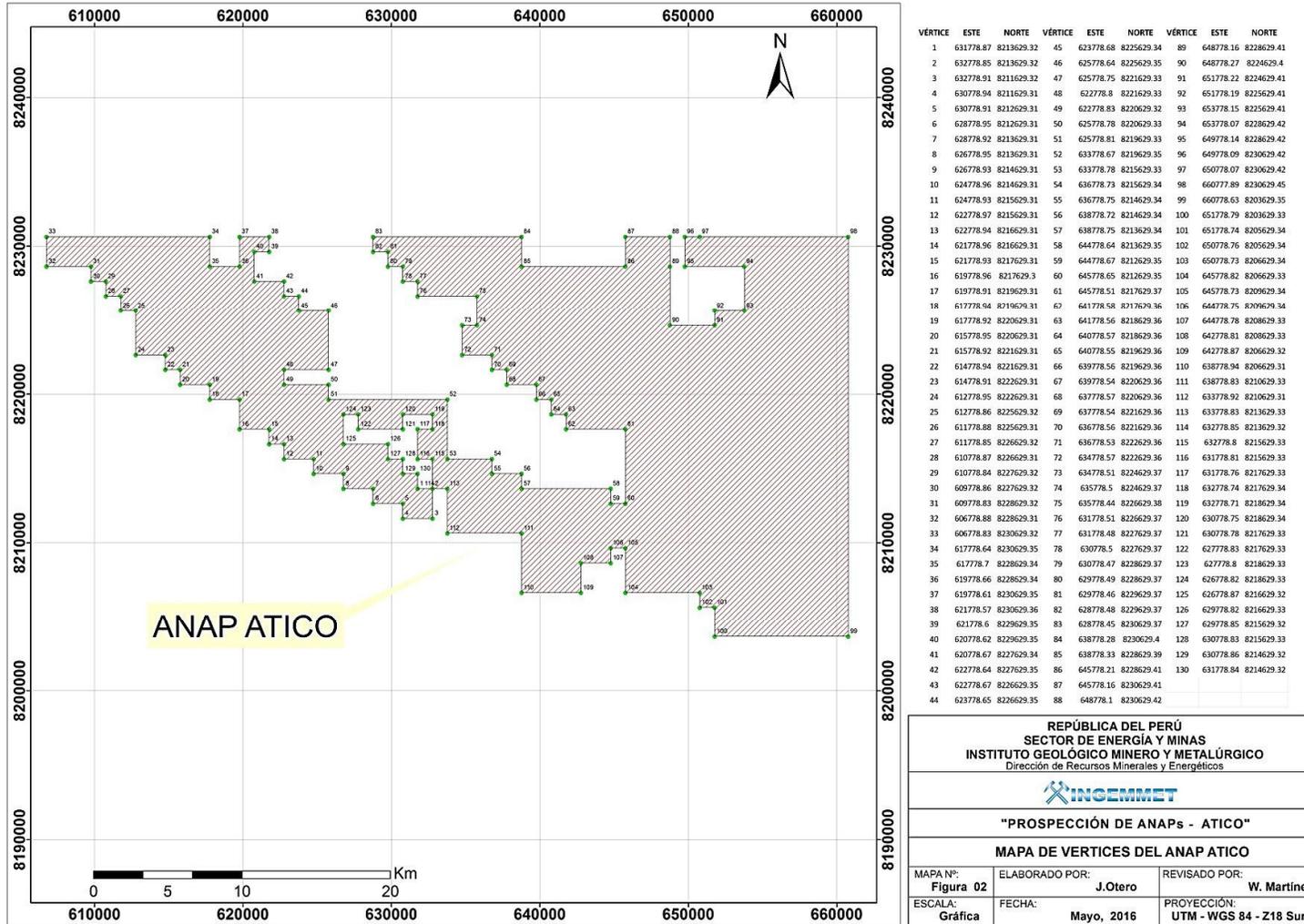


Fig. 3. Mapa de vértices del ANAP Atico UTM WGS 84 – Zona 18.

## 1.6 TRABAJOS REALIZADOS

### 1.6.1 Geoquímica de sedimentos

Teniendo como objetivo evaluar el potencial geo-económico de los recursos minerales de interés en las hojas Atico y Chaparra, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en cooperación con el Servicio Geológico de China (CGS), ejecutaron un programa de recolección de sedimentos de quebrada activas a escala 1: 100,000. El área de trabajo abarco 5.921,3 km<sup>2</sup>. Los análisis fueron determinados por 39 elementos, y los métodos de terreno usados comprendieron la recolección de sedimentos de quebradas activas así como muestreo de roca o suelo en zonas de difícil acceso. La cantidad de puntos de muestreo en el diseño original fue de 3,075 muestras para las dos hojas. Los resultados geoquímicos en el ANAP Atico, tanto en oro, plata, cobre, molibdeno o metales base, no mostraron anomalías importantes en estos metales, solamente anomalías de Zn y Pb, son observados a lo largo de las quebradas que discurren al rio Atico, resultados que provienen de los afloramientos de secuencias calcáreas de la unidad Tarma. Todas las muestras recolectadas se encuentran por debajo de los 30 ppb Au. Con respecto al Cobre, no existen anomalías de este elemento mayores a 100 ppm Cu. Para detalles de los demás elementos, ver mapas geoquímicos como anexos.

### 1.6.2 Lito geoquímica

Durante los trabajos ejecutados por los suscritos, se recolectó muestras para análisis lito-geoquímico, especialmente de las unidades pre-cambrianas, paleozoicas e intrusivas que se encuentran asociadas a fallas regionales o estructuras importantes.

### 1.6.3 Cartografiado Geológico

Dado lo extenso del área de trabajo las áreas de importancia y muestreo selectivo solo fueron basadas en la geología a escala 1:50,000, desarrollada por la Dirección de Geología Regional en el año 2014, como producto de la prospección y geología con el Servicio Geológico de China. Es importante recalcar, que de acuerdo a la extensión del área de trabajo (73,900 has), la estratigrafía tanto de secuencias volcano-sedimentarias como intrusivas, fueron tratadas de forma generalizada, solo se incidió en los sectores o *targets* antes mencionadas.

## 1.7 OBJETIVOS

Prospectar, identificar y documentar anomalías de interés dentro del ANAP Atico.

## 1.8 PARTICIPANTES

Participaron en los trabajos de prospección tanto en gabinete como campo los geólogos; William Martínez-Valladares (Geólogo sénior, jefe del proyecto), Miguel Poma-Rodríguez (Geólogo sénior asistente) y Renato Chero-Inoquio (geólogo asistente).

## II. CONTEXTO GEOLOGICO REGIONAL

### 2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La geología regional que domina la ANAP Atico, está constituida por unidades sedimentarias, volcánicas e intrusivas. La unidad más antigua corresponde a rocas metamórficas de edad Precámbrica asignadas al Complejo Basal de la Costa que afloran exclusivamente en el sector sur del ANAP, siguen secuencias sedimentarias de areniscas, lutitas y calizas de del Grupo Tarma que aflora en el sector NO y se proyectan en dirección SE hacia el distrito de Atico, aflorando en la margen izquierda del rio Atico. Concordante a esta unidad Tarma, se encuentran areniscas de coloración roja asignadas al Grupo Mitu, conformando pliegues anticlinales y sinclinales de dirección E-O. Estas unidades paleozoicas se encuentran inconformes por el Batolito Atico-Camaná. Todas estas unidades paleozoicas yacen inconforme, a rocas sedimentarias de las formaciones Moquegua (conglomerados) y Alfabamba (tobas) de edad Miocena.

Geología consultada: Actualización 1:50,000 de la hoja Atico 2014 (Santos A. et.al. no publicado) y 1:100,000 (1960, Bellido E. y Narváez, S.).

#### 2.1.1 Unidades Litoestratigráficas

Las unidades lito estratigráficas que dominan de forma regional y dentro del ANAP Atico, están compuestas de la más antigua a la más moderna;

- **Complejo Basal de la Costa:** de edad Paleo-proterozoica; compuesta de neises, migmatitas y dioritas foliadas aflorante al extremo sur del ANAP, entre Atico pueblo y playa Bandurrias.
- **Grupo Tarma:** de edad Carbonífera, compuesta de lutitas pardas en las secuencias inferiores y de calizas gruesas de color grises en los niveles superiores, teniendo grosores mayores a los 2m, afloran al NO del ANAP en Cerro Lobos.
- **Grupo Mitu:** de edad permiana, está compuesta de areniscas y conglomerados polimícticos de colores rojo, aflorante en el sector centro-sur del ANAP. Se encuentra concordantes sobre la unidad Tarma.
- **Formación Moquegua:** de edad Miocena, compuesta de conglomerados polimícticos, encontrándose discordante sobre las unidades paleozoicas sedimentarias e intrusivas. Esta unidad aflora en más del 40% de la hoja Atico.
- **Formación Alfabamba:** de edad Pliocena, compuesta de tobas de cristales adosada a los valles de incisión. Esta unidad aflora en un 5% al nor-oeste de ANAP.
- **Depósitos Cuaternarios:** todos los depósitos compuestos de sedimentos inconsolidados que están sobre todas las unidades sedimentarias, volcánicas e intrusivas.

- **Unidades intrusivas:** de edad Ordoviciana y asignada al Batolito Atico - Camaná, aflora a lo largo de una franja entre las fallas Torres grandes y Choclón. Está compuesta mayormente por dioritas y dioritas con cuarzo.

En relación a las estructuras regionales, se observaron fallas transiliosfericas de gran longitud y fuerte desplazamiento que limitan grandes unidades intrusivas y sedimentarias: estas fallas son conocidas como Torres Grande y Falla Choclón.

## 2.2 ASPECTOS METALOGÉNICOS REGIONALES

La hoja Atico (330), donde se encuentra incluido el ANAP Atico, se encuentra dentro de la Franja V "Depósitos de Cu – Au – Fe de edad Jurásico medio a superior, asociados a yacimientos tipo IOCG. En esta franja están localizadas vetas de cuarzo con sulfuros y óxidos de Cu-Au, actinolita y magnetita de varios metros de longitud y anchos, como los distritos mineros de Acari, Yauca y Nasca. Es posible también apreciar, diques de pegmatitas muy gruesos, inclusive pasando los 50m, como los aflorantes cerca de playa Bandurrias, donde grandes cristales de muscovita se presenta acompañados de biotitas y feldespatos en su variedad ortosa. Asimismo se presentan vetillas de actinolita. La denominación de franja V, responde a una correlación de depósitos asignados mayormente a una edad Jurásica, con importantes yacimientos de Fe-Cu, como Marcona, Pampa de Pongo, Hierro Acari etc. (ver Figura 3).

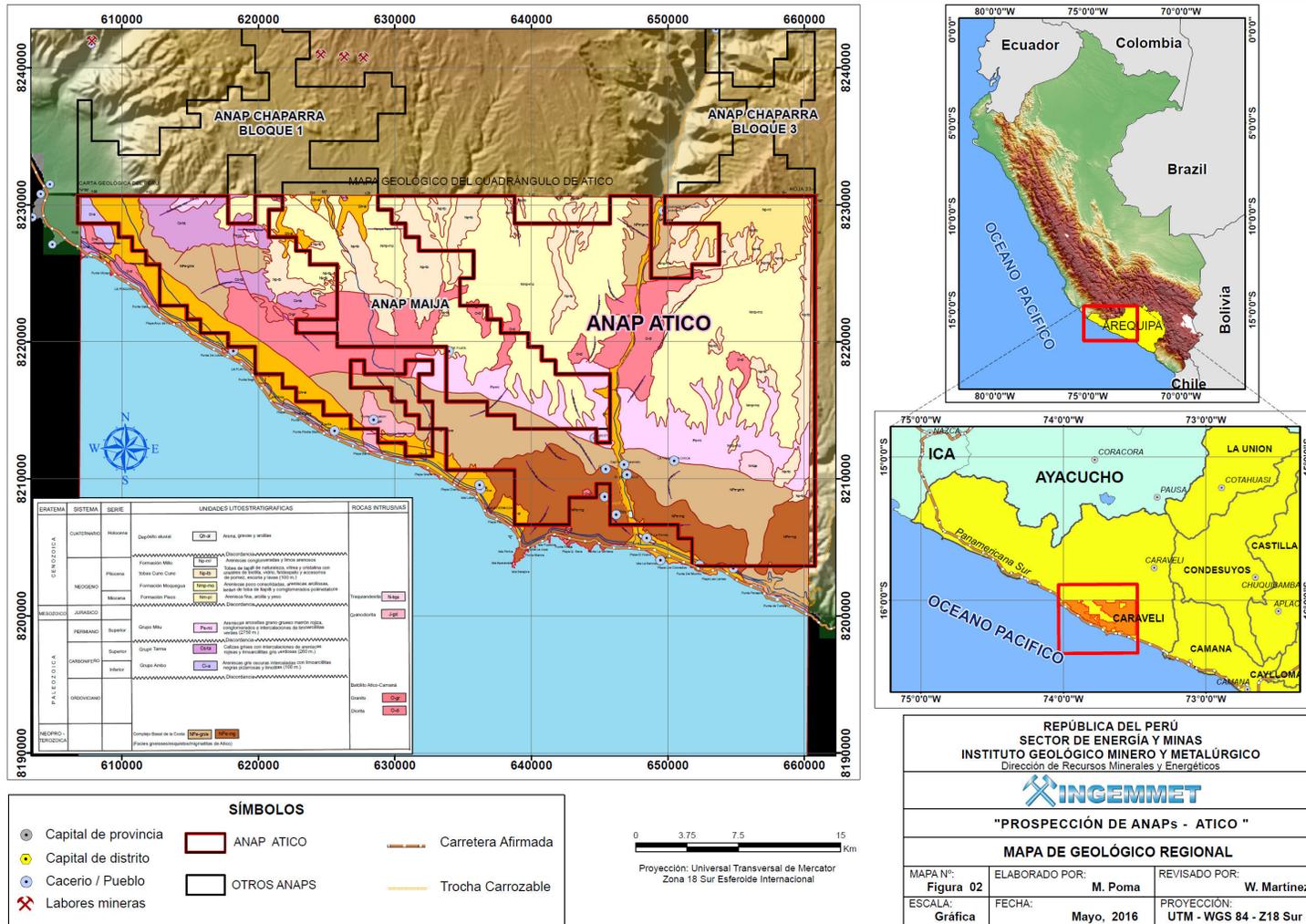


Fig. 4. Mapa geológico regional del ANAP Atico

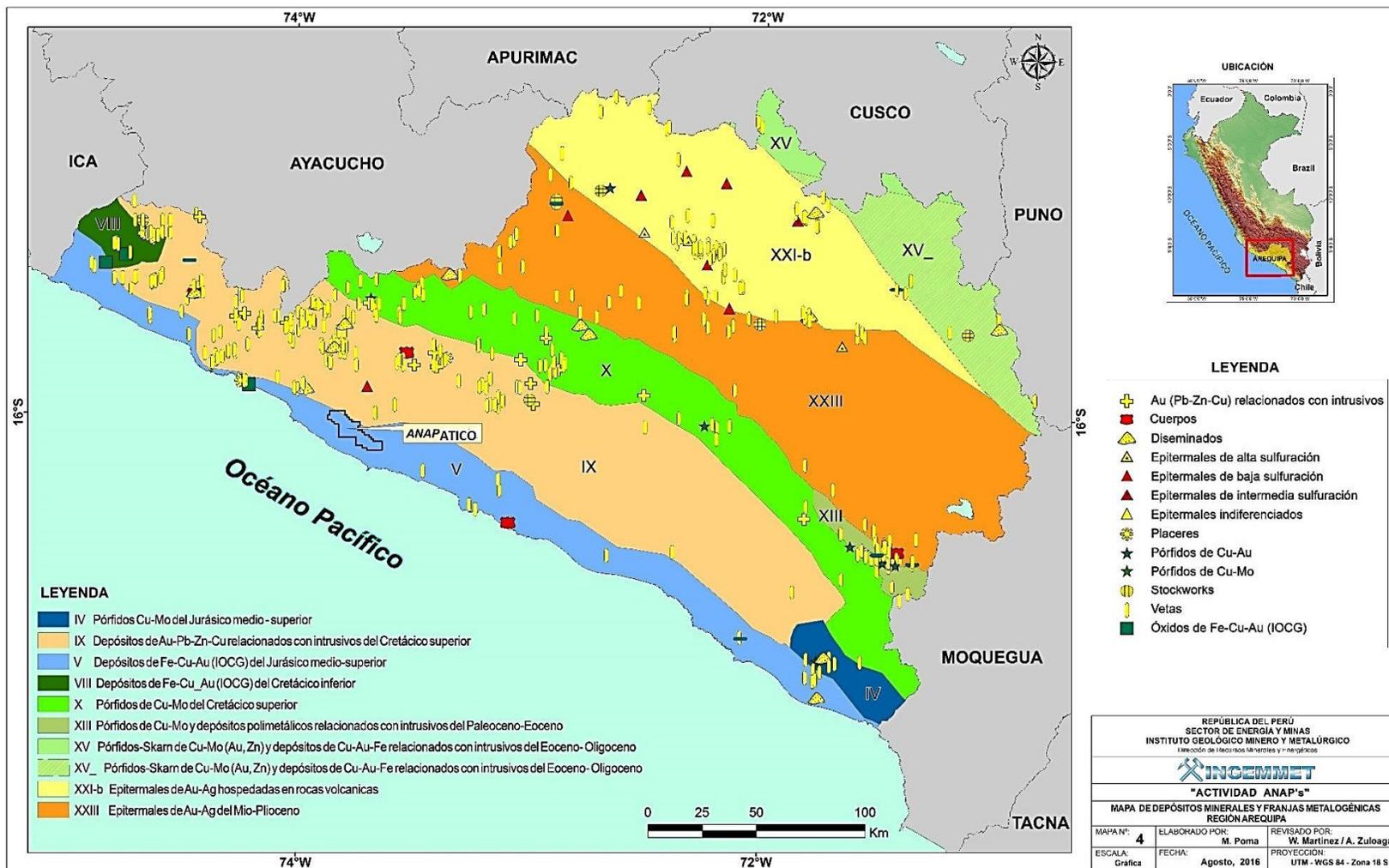


Fig. 5. Mapa de las franjas metalogénicas y los tipos de depósitos minerales, alrededor del ANAP Atico

### III. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Localmente El ANAP Atico, está dominado por el Grupo Mitu y el batolito Atico - Camaná, compuesta por dioritas y monzodioritas foliadas con direcciones que sigue una tendencia E-O.

Al sur del ANAP Atico próximo al ANAP Maija, se hallaron cuerpos de cuarzo masivo conocidos como “Quartz Pods”, compuesto principalmente por cuarzo blanco con fracturas rellenas de hematita y Goetita. Cabe mencionar que estos cuerpos están alojados en los esquistos micáceos del complejo basal de la costa (ver fotos 01 y 02).



Foto 01. Cuerpo de cuarzo blanco denominado “Quartz Pod” (637682, 8215311).



Foto 02. Quartz Pods detalle; Cuarzo blanco con hematita, goetita en fracturas

### 3.1 ESTRATIGRAFIA

#### 3.1.1 Depósitos Cuaternarios

Dentro del ANAP, se encuentran depósitos aluviales, de tipo eluvial, coluvial y fluvial, que encuentran rellenando las principales cuencas que drenan hacia la costa. Sus clastos provienen mayormente de la erosión de las unidades Moquegua, Alfabamba y Mitu

#### 3.1.2 Formación Alfabamba

La unidad está compuesta de tobas de cristales, coloración blancas con tonalidad amarillenta, poco resistentes, las cuales se encuentran rellenando los valles y quebradas, especialmente hacia la cuenca del río Caravelí. Estas tobas por sus características de depositación y dataciones realizadas se le asignan una edad pliocena.

#### 3.1.3 Formación Moquegua

Esta unidad sedimentaria domina la zona norte - nor-este del ANAP Atico con un aproximado del 55% del área; está compuesta por conglomerados polimícticos, imbricados y con estratificación grosera las cuales yacen sub-horizontales sobre las unidades paleozoicas y en parte pre-cambrianas

#### 3.1.4 Grupo Mitu

Esta unidad sedimentaria domina el extremo SE del ANAP, estando compuesta por secuencias sedimentarias de areniscas y conglomerados rojos de edad Permiana. Presentan buena estratificación y amplios pliegues. Se encuentra inconforme sobre el Batolito Atico - Camaná y sobre la unidad Tarma

#### 3.1.5 Grupo Tarma

Esta unidad sedimentaria está compuesta de lutitas y areniscas pardas, las cuales presentan niveles de calizas gruesas grises al tope de la unidad. Afloran esencialmente al NO del ANAP conformando pliegues anticlinales siguiendo la dirección E-O. Las calizas observadas son de textura micríticas, encontrándose en muchos sectores silicificadas.

### 3.2 ROCAS ÍGNEAS

#### 3.2.1 Batolito Atico-Camana

El batolito está compuesto en su mayoría por dioritas y monzodioritas presentando foliación intensa de dirección E-O en casi toda su extensión. Son de grano fino a medio, y de color gris. Dentro de la unidad se diferencian dioritas con fenocristales muy desarrollados de cuarzo-feldespato. Existen presencia de diques félsicos e inyecciones félsicas de carácter singenéticos, siendo común encontrar micas como flogopita y muscovita.

Esta unidad se encuentra muy fracturada (hasta 3 familias de fracturas), siendo probable su origen debido a su ubicación entre dos fallas regionales Choclón y Torres Grández, las cuales generaron zonas de cizalla.

### 3.3 ALTERACIONES HIDROTERMALES

Dentro del ANAP Atico, no se observaron alteraciones hidrotermales de carácter importante, las alteraciones hidrotermales se encuentra al norte y fuera del ANAP, el cual fueron estudiadas inicialmente en 1976 por el geólogo Manuel Paz M (Servicio de Geología y Minería), y en cuyo informe geológico-geoquímico del área anómala de Atico, concluye que no tiene importancia económica.

### 3.4 MINERALIZACIÓN

Dentro del ANAP Atico, no existen manifestaciones mineras de interés. Solamente diques félsicos, han alterado la roca caja, y cuyos afloramientos se encuentran a lo largo del rio Atico. Asimismo, alteración supérgena se observa en los afloramientos de secuencias calcáreas de la unidad Tarma, siendo de coloraciones rojizas y anaranjadas estando compuestas de limonitas y esporádicas piritas diseminadas. Las únicas mineralizaciones, se ubican fuera del ANAP y en dirección norte, exactamente en el Km. 30 de la carretera Atico - Caravelí, donde se explota oro en vetas asociadas al batolito Jurásico - Cretáceo.

## IV. ASPECTO ESTRUCTURAL DEL BLANCO DE INVESTIGACION

El análisis estructural del ANAP Atico, fue interpretado tomando como base el mosaico geo referenciado Google Earth a escala 1: 25,000 y la geología base a escala 1: 50,000. Se interpretó los principales lineamientos asociados de las fallas Torres Grández y Médanos, cuidando de áreas con interceptación de lineamientos o con sectores de debilidad, como áreas potenciales de prospección.

### 4.1 SISTEMAS ESTRUCTURALES

#### 4.1.1 Pliegues

El desarrollo de amplios pliegues puede ser observado a lo largo del rio Atico y que afectan esencialmente a rocas del Grupo Mitu, cuyas estructuras se encuentran relacionadas posiblemente a la tectónica hercínica. Los pliegues sinclinales y anticlinales se encuentran inconformes sobre el Batolito Atico - Camaná y discordantes bajo la cobertura sub-horizontal de las unidades Moquegua y Alpabamba. Al NO del ANAP, pliegues de dirección E-O, afectan a las secuencias de los grupos Tarma y Mitu

#### 4.1.2 Fallas

Dos importantes fallas de carácter regional afectan a los terrenos paleozoicos y neógenos del ANAP Atico:

**Falla Choclón.** - Esta estructura de dirección NO-SE a E-O, de más de 40 km de longitud y subvertical delimita al Batolito Atico – Camaná por el norte con secuencias sedimentarias de la Formación Moquegua. Estas estructuras no se encuentran asociadas a yacimiento mineral conocidos. El tipo de desplazamiento horizontal, se considera de movimiento dextral basados en el análisis de las fracturas y lineamientos de carácter regional

**Falla Torres Grandez.** - Por el sur, la Falla Torres Grández pone en contacto al Complejo Basal de la Costa con el Grupo Mitú y batolito Atico - Camaná. Esta falla al igual que Choclón, tiene más de 40 km de extensión., Esta estructura de dirección E-O, corre paralela y a 10 km al sur de la Falla Choclón, afecta a las unidades del Complejo Basal de la Costa poniéndolo en contacto las unidades Atico – Camaná y Grupo Mitu. Se considera de movimiento dextral, igualmente basado en el análisis de las fracturas y lineamientos de carácter regional



Fotos 06. Vista de la Falla Torres Grandez. Vista al Oeste.

#### 4.1.3 Fracturas

Sistemas de fracturas asociadas a las Fallas Choclón y Torres Grández, se encuentran distribuidas a lo largo del ANAP Maija, y principalmente afectan a las unidades Atico - Camaná. Dichas fracturas, tienen dirección andina y desplazamiento dextral.

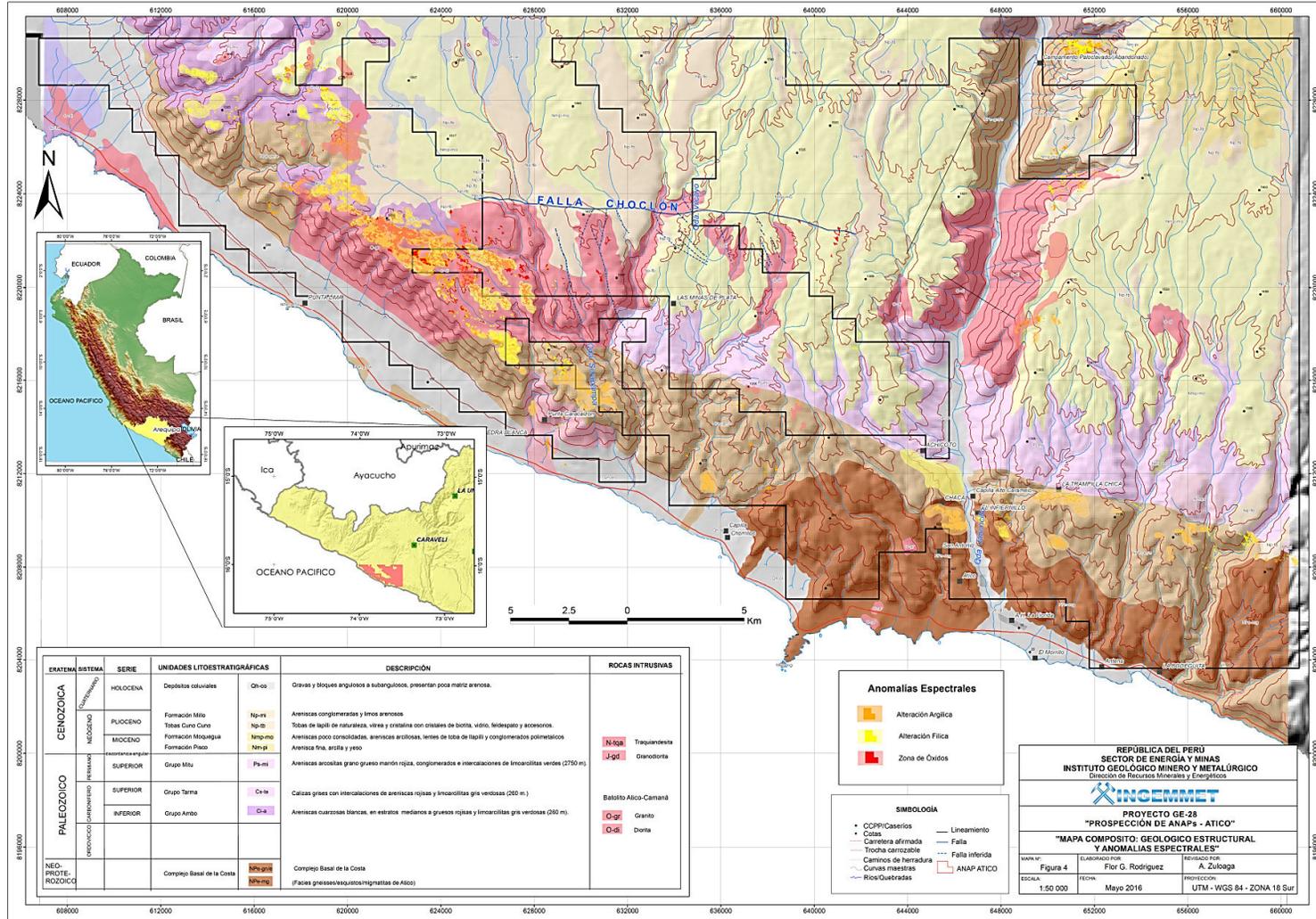


Fig. 6. Mapa Geológico del ANAP Atico, se muestra las unidades sedimentarias e intrusivas asociadas a las estructuras mayores de dirección NO-SE

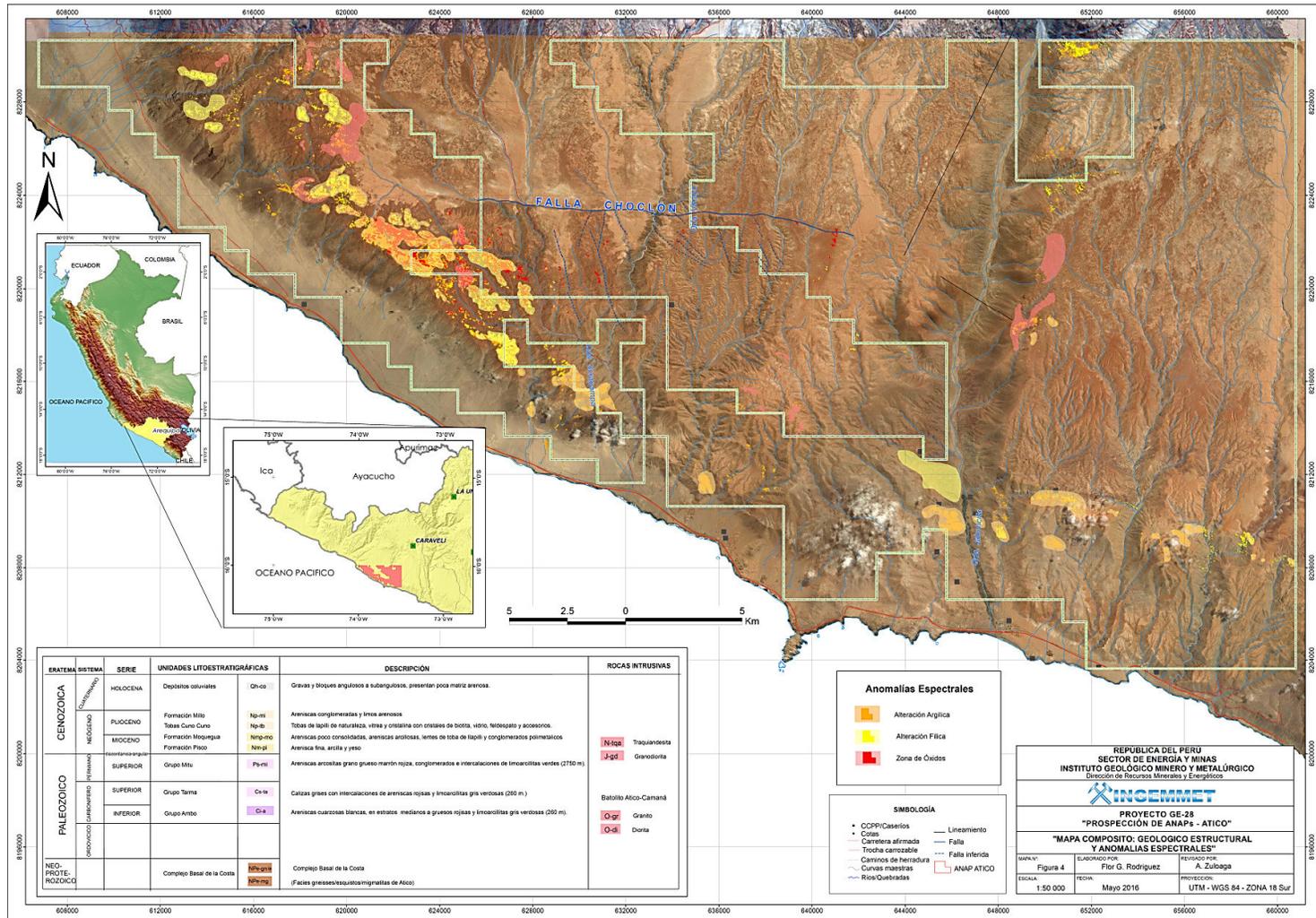


Fig. 7. Mapa de alteraciones del ANAP Atico,

## V. GEOQUÍMICA DEL ANAP ATICO

Como parte de los trabajos de evaluación del ANAP ATICO, durante el año 2016, se han analizado geoquímicamente 86 muestras de rocas y una para lámina delgada. Las características de estas, junto con los resultados analíticos se presentan como anexos I y II.

El total de muestras fueron preparadas y analizadas en el laboratorio SGS del Perú, empleando análisis de ensayo al fuego de 50g para el Au y Análisis multielemento por fusión de peróxido de sodio ICP-AES/ICP-MS, 55 elementos). Los límites de detección para cada elemento se muestran en la tabla 5.1 y los reportes analíticos entregados por el laboratorio se presentan como anexos II y III.

Tabla 5.1. Límites de detección máximos y mínimos de análisis geoquímicos.

Elemento	Lím. Det. Mínima	Lím. Det. Máxima	Elemento	Lím. Det. Mínima	Lím. Det. Máxima
Au	5ppb	5ppm	Mo	0.05ppm	1%
Ag	0.5ppm	0.1%	Na	0.01%	15%
Al	0.01%	15%	Ni	0.5ppm	1%
As	5ppm	10%	P	50ppm	1%
Ba	5ppm	1%	Pb	0.2ppm	1%
Bi	0.02ppm	1%	Sb	0.05ppm	1%
Ca	0.01%	15%	Rb	0.2ppm	1%
Cd	0.01ppm	1%	Sr	0.5ppm	1%
Co	0.1ppm	1%	Ti	0.01%	15%
Cr	1ppm	1%	Tl	0.02ppm	1%
Cu	0.5ppm	1%	V	1ppm	1%
Fe	0.01%	15%	W	0.1ppm	1%
Hg	0.01ppm	1%	Y	0.05ppm	1%
K	0.01%	15%	Zn	1ppm	1%
La	0.1ppm	1%	Zr	0.5ppm	1%
Li	1ppm	5%			
Mg	0.01%	15%			
Mn	5ppm	1%			

### 5.1 Métodos de muestreo y enfoque

En el ANAP ATICO se obtuvieron 86 muestras de roca en dos campañas de campo empleándose el método de muestreo aleatorio simple y aleatorio sistemático según el caso. Esto nos permitió identificar toda la litología y estructuras del área de estudio, el tipo de muestreo empleado fueron rock chip. Las muestras extraídas son de calidad y representativas del área de estudio; por lo que no se identificó ninguna fuente de contaminación en campo.

### 5.1.1 Preparación y control de muestras en el ANAP ATICO.

Las muestras recolectadas en el ANAP ATICO cumplen con un riguroso control de calidad (QA/QC) desde la extracción hasta el envío a los laboratorios para su respectivo análisis geoquímico, los cuales se detallan:

1. Limpieza en la zona de muestreo.
2. Descripción Litológica, alteración y mineralización de la muestra.
3. El tipo de muestreo elegido fue por canal o rock chip.
4. La muestra extraída fue representativa al 100% con un peso aproximado de 2-3 Kg.
5. Se tomó una foto representativa de la zona de muestreo.
6. La muestra se colocó en una bolsa de polietileno, con su respectivo código y cerrada con un precinto de seguridad.

### 5.1.2 Preparación y control de la muestra en gabinete - campo

- a) Se ordenó las muestras verificando que se encuentren en buen estado y que estén completas.
- b) Se procedió a tomar fotos de las muestras en grupo para los registros fotográficos.
- c) Seguidamente se ingresaron 8 muestras como máximo en un saco con las descripciones necesarias (cantidad, remitente, destino etc.)

### 5.1.3 Recepción de muestras

1. Se recibió las muestras enviadas de campo, verificando el N° total de sacos, y colocándolas en un espacio seguro y ordenado.
2. Se ingresaron controles (estándares y blancos), asignados para dicho lote de muestras.
3. La entrega de muestras al laboratorio SGS se realizó mediante un cargo (cadena de custodia), la cual se detalló la cantidad de muestras, codificación y sacos.

### 5.1.4 Verificación de datos

La verificación de datos se realizó desde gabinete campo, como se estipula en la preparación y control de muestras. Con respecto a la verificación de datos en gabinete se procedió de la siguiente manera:

1. Cada integrante de brigada entregó sus tarjetas de campo debidamente ordenadas y con los datos validados.
2. Una vez entregadas todas las tarjetas de campo a un encargado se procedió a guardarlas en un fichero, para luego ingresarlas a la base de datos Excel del ANAP ATICO.

3. Realizada la verificación de la información cada integrante ingresara las descripciones de las tarjetas de campo a la base de datos geo científica de INGEMMET.

## 5.2 Prospección geoquímica de rocas

Durante los trabajos de evaluación geológica del ANAP ATICO se han recolectado un total de 86 muestras de rocas. La descripción de las características de las muestras de rocas junto a los resultados analíticos se presenta en el anexo III y los reportes de laboratorio en el anexo II respectivamente

### 5.2.1 Aseguramiento y Control de Calidad

Adicional a las 86 muestras de rocas recolectadas en el ANAP ATICO, se incluyeron 9 muestras de control analítico consistentes en 4 blancos, 3 estándares y 2 duplicados. El detalle de éstos se muestra en la tabla 5.2 y una copia de los certificados de los estándares en el anexo II.

Los resultados analíticos de los blancos de control insertados en las muestras de rocas son para el total de casos del orden del límite inferior para cada elemento analizado, o cercanos a éstos concluyendo que no se tienen niveles de contaminación tanto en la etapa de chancado (blancos gruesos) como en la etapa de pulverización, tal como puede apreciarse en la Tabla 5.4

Los estándares certificados empleados en el ANAP ATICO proceden de los laboratorios GEOSTATS PTY LTD., de Australia. Los límites mínimos y máximos de tolerancia para los estándares han sido calculados considerando el promedio certificado  $\pm 2$  desviaciones (Tabla 5.3).

Tabla 5.2. Distribución de muestras de esquirlas de roca

N° Reporte Analítico	Total muestras	Muestras roca	Muestras Control	Tipo Control	Detalle	N°	Total
GQ 1502949	95	86	09	Blancos	Arena silícea (~0.5mm)	2	4
					Blanco grueso cuarzo (1cm)	2	
				Estándares	*SRM Cu bajo GBM 912-4	1	2
					SRM Cu bajo GBM 900-2	1	
					SRM Au bajo GLG 902-2	1	1
				Duplicados	Campo	2	2
					Pulpa	0	
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>86</b>	<b>09</b>			<b>09</b>	<b>09</b>

\*SMR (Standard Reference Material).

Tabla 5.3 Valores de estándares de los certificados del laboratorio Geostats PTY LTD.

Código Estándar	Elemento	Promedio	Desviación Estándar	Límite Mínimo	Límite Máximo
GBM912-4	Ni (ppm)	25	14	2.8	50.2
GBM912-4	Cu (ppm)	54	6	28.7	64.7
GBM912-4	Pb (ppm)	5	2	0.4	9.6
GBM912-4	Zn (ppm)	84	31	16	152
GBM912-4	Ag (ppm)	0.4	0.4	0.15	1.35
GBM900-2	Cu (ppm)	859	41	766.2	951.8
GBM900-2	Ag (ppm)	1.3	0.8	0.3	2.9
GBM900-2	Pb (ppm)	464	24	317	512
GBM900-2	Zn (ppm)	334	19	296	372
GBM900-2	Ni (ppm)	886	82	722	1050
GLG 902-2	Au (ppb)	10.6	3.04	4.52	17.4

#### 5.2.2. Análisis de control de calidad para blancos gruesos y finos

En total, se procesaron 4 muestras de blanco gruesos y finos, que representa una tasa de inserción de 2.58% con respecto al total de muestras recolectadas. No se identificó ningún caso de contaminación durante la preparación de muestras. Los resultados de los blancos gruesos se consideran dentro del rango aceptable, las muestras se encuentran debajo de los límites máximos. (Fig.5.1).

Tabla 5.4 Resultados Analíticos Blancos de Control en muestras de rocas

Orden	Código Muestras	Tipo muestra de control	Au ppb	Ag ppm	Cd ppm	Cu ppm	Fe %	Mo ppm	Pb ppm	Sb ppm
1	AT-16-R-010	BLK fino 0.5mm	<5	<1	0.02	5	0.02	2	6	0.5
2	AT-16-R-040	BLK grueso	<5	<1	0.02	5	0.61	12	9	1
3	AT-16-R-060	BLK fino 0.5mm	<5	<1	0.02	5	0.02	2	5	0.5
4	AT-16-R-090	BLK. grueso	<5	<1	0.02	14	1.87	17	7	0.5

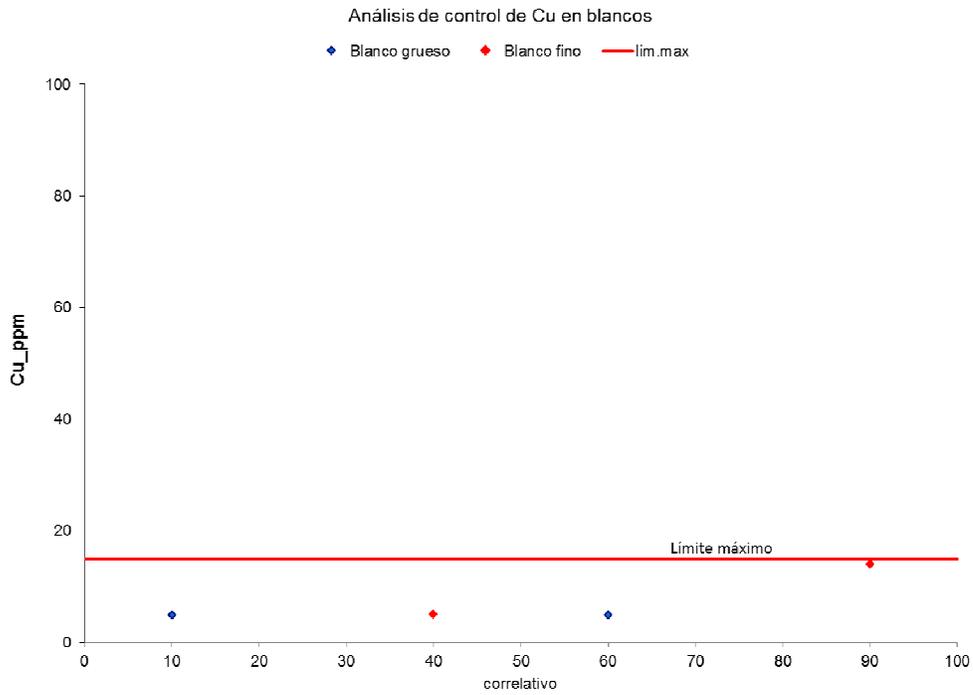


Fig. 5.1. Control de calidad del elemento Cu en blanco grueso y fino.

### 5.2.3 Análisis de control de calidad para los elementos Au, Ag, Cu, Pb y Zn.

Las Figuras 5.2 a 5.7 muestran los resultados analíticos para los elementos Au, Ag, Cu, Pb y Zn; estos resultados se encuentran entre los límites de detección certificados para cada elemento, Se concluye que los niveles de exactitud analítica para el Au, Ag, Cu, Pb y Zn es aceptable, siendo confiables los resultados remitidos por los laboratorios SGS DEL PERÚ SAC para estos elementos.

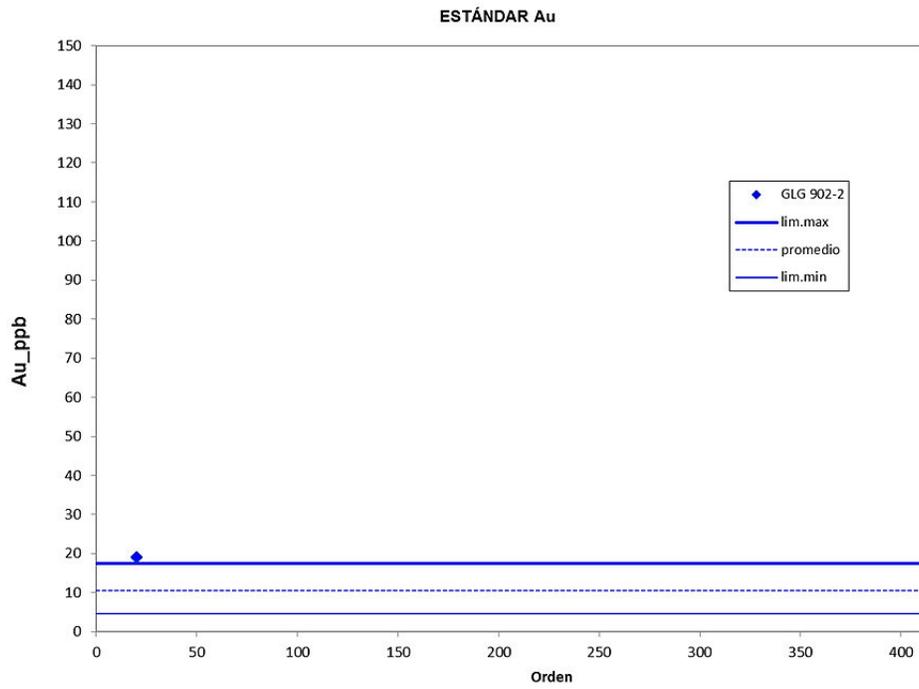


Fig. 5.2. Au (ppb) – Estándares

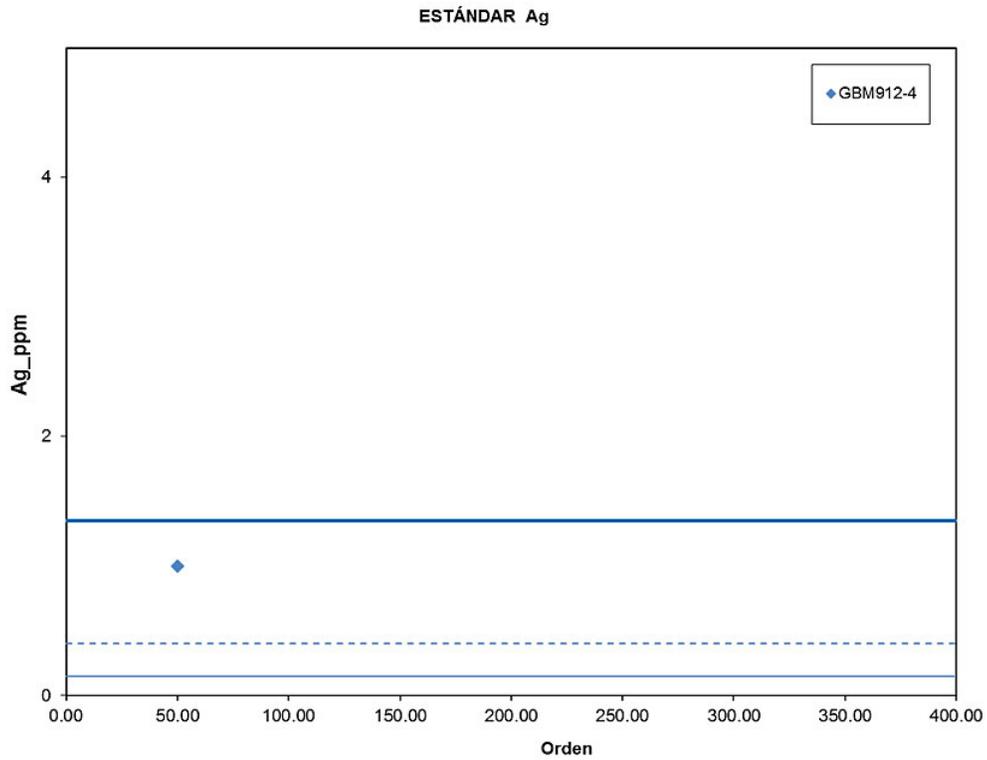


Fig. 5.3. Ag (ppm) – Estándares

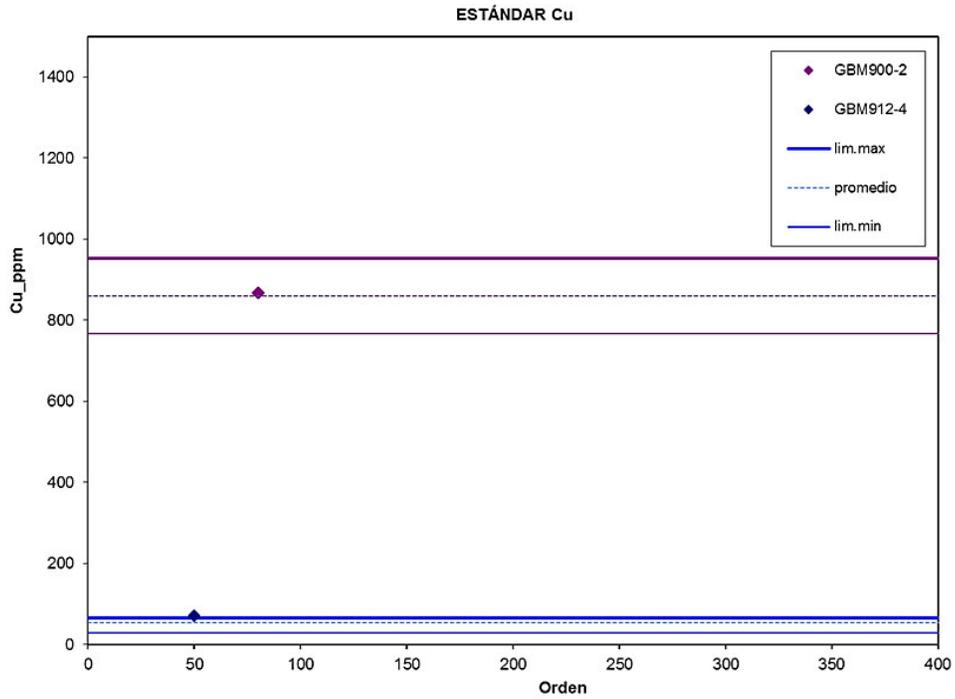


Fig. 5.4. Cu (ppm) – Estándares

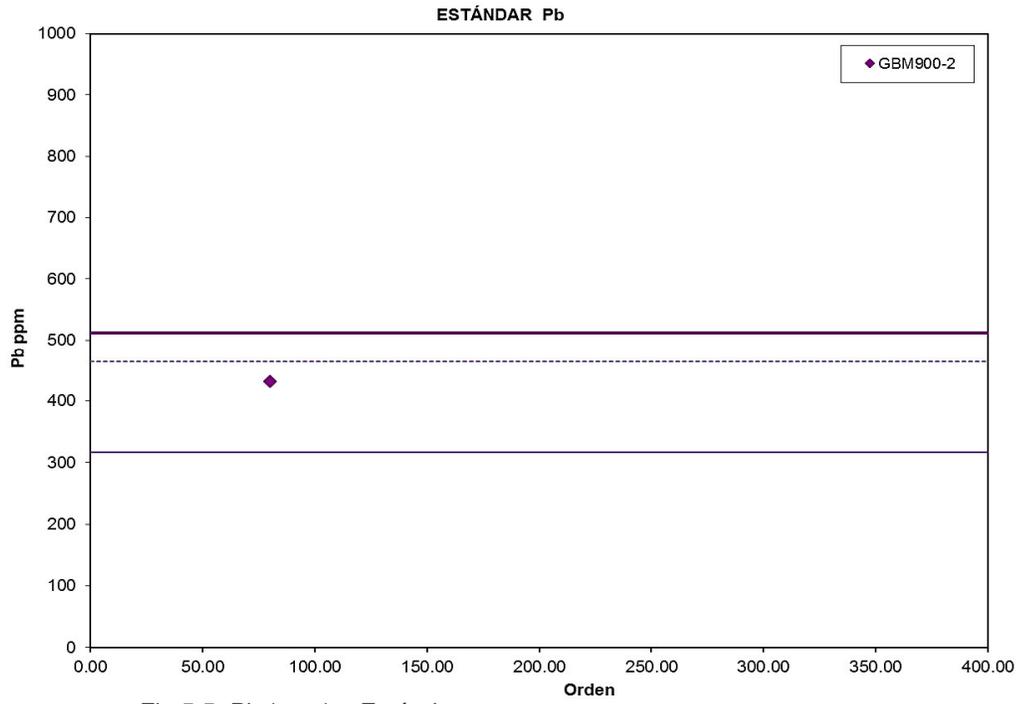


Fig.5.5. Pb (ppm) – Estándares

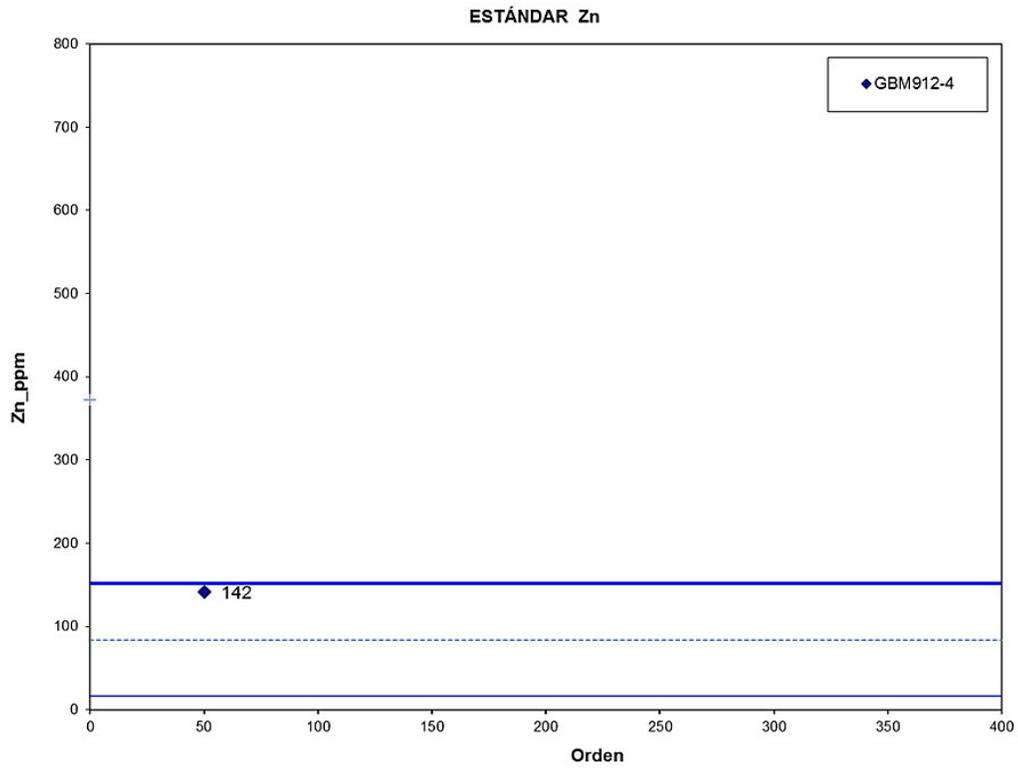


Fig. 5.6. Zn (ppm) – Estándares

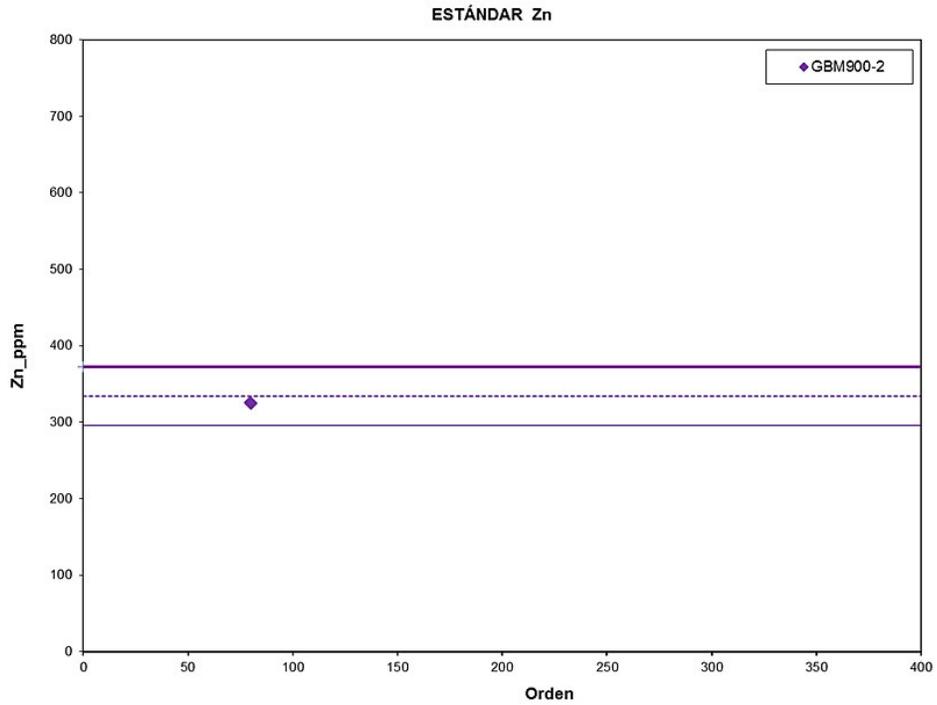


Fig. 5.7. Zn (ppm) – Estándares

### 5.2.4 Análisis de control de duplicados

La evaluación de las muestras duplicadas (campo y pulpa) tiene niveles de “Diferencia relativa porcentual” aceptables al 100% para el análisis del Au y 90-80% para la Ag, Cu, Cd, Mn, Mo entre otros.

$$RPD = \frac{\bar{X} - X_1}{\bar{X}} \times 100\%$$

Dónde:

$\bar{X}$  = (Valor original + Valor duplicado)/2

$X_1$  = Valor original

Tabla 5.5 Resultados analíticos de las muestras originales y duplicados.

N°	Muestras	QAQC	Au_ppm	RPD Au	Ag_ppm	RPD Ag	Cd_ppm	RPD Cd	Cu_ppm	RPD Cu	Mn_ppm	RPD Mn	Mo_ppm	RPD Mo	Pb_ppm	RPD Pb	Sb_ppm	RPD Sb	Zn_ppm	RPD Zn
1	AT-16-R-029	Original	5	0	1	0	0.6	25.00	6	-9.09	2161	-1.03	7	-27.27	6	-9.09	0.5	0.00	27	1.82
1	AT-16-R-030	DUP Campo	5		1		1		5		2117		4		5		0.5		28	
2	AT-16-R-071	Original	5	0	1	0	0.6	-50	13	-23.81	403	-27.94	6	0.00	17	-13.33	0.5	0.00	46	-48
2	AT-16-R-070	DUP Campo	5		1		0.2		8		227		6		13		0.5		16	

En la Fig.5.8 se representa gráficamente los valores del Cu. Los resultados obtenidos de las muestras duplicadas permiten concluir que la representatividad del muestreo es aceptable para las muestras recolectadas (Duplicados de campo).

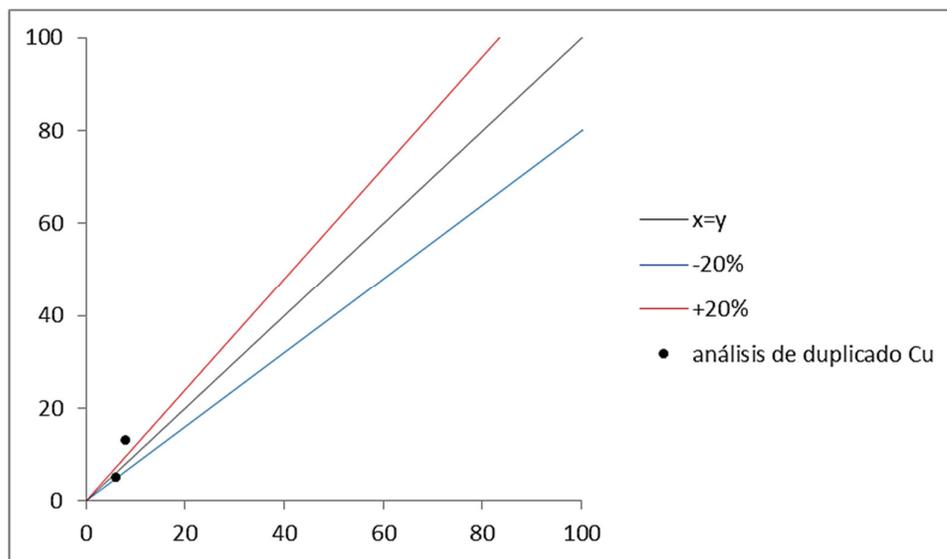


Fig. 5.8. Gráfica de muestras original vs muestra duplicado de campo para el Cu.

No se han identificado posibles confusiones. Los resultados de los duplicados gruesos se consideran dentro del rango aceptable para todos los elementos estudiados (más del

90% de los pares de muestras debe caer dentro de los límites de error, evaluados para un error máximo relativo de 20%).

Se **concluye** que las muestras examinadas pueden ser aceptadas y utilizadas para fines de estimación de recursos.

## VI. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

La metodología empleada para el análisis de resultados se inicia con la elaboración de histogramas a fin de evaluar la distribución y contraste de resultados analíticos por cada elemento, derivando en la identificación de elementos con concentraciones anómalas en el ANAP ATICO.

El cálculo de los valores de fondo o “background y de umbral o “threshold” partió del ajuste de los resultados a distribuciones normales o de log-normales dependiendo de cada caso.

**Valor de fondo o “Background”;** corresponde a la media geométrica de la población normalizada para cada elemento, redondeados a un valor entero próximo para facilitar la manipulación y presentación de datos.

**Umbral o “Threshold”;** empleado corresponde a la media geométrica  $\pm 2$  veces la desviación estándar por elemento, redondeados a un valor entero próximo para facilitar la manipulación y presentación de datos.

Los rangos de anomalías geoquímicas han sido definidos en base al umbral o threshold (débil = un threshlod; moderado = dos threshlod y fuerte > tres threshlod), que describen los resultados analíticos, empleando el total de resultados para cada elemento. De la sumatoria de estos pasos se elaboró la tabla 5.6

Las muestras fueron distribuidas en poblaciones estadísticas (grupo de muestras pertenecientes a la misma litología). Dada la geología del ANAP ATICO, se distribuyó en 4 poblaciones intrusiva (58 muestras), metamórfica (14 muestras), sedimentaria (8 muestras) y volcánica (6 muestras) siendo la primera (intrusiva) con el número adecuado para ser tratada estadísticamente.

Tabla 5.6. Valor de fondo, umbral, rangos de anomalías para intrusivos, en el ANAP ATICO.

Elemento	Valor Fondo	Valor Umbral	Rango Anomalías	Nivel Anomalia	Población
Cu (ppm)	26.2	150	150 - 300	débil	Intrusivo Diorita
			300 - 450	moderada	
			> 450	Fuerte	
Pb (ppm)	12.4	40	40 - 80	débil	Intrusivo Diorita
			80 -120	moderada	
			> 120	Fuerte	
Zn (ppm)	51	140	140 - 280	débil	Intrusivo Diorita
			280 - 420	moderada	
			> 420	Fuerte	
Au (ppb)	6.15	45	45-90	débil	Intrusivo Diorita
			90-135	moderada	
			>135	Fuerte	

#### 6.1 Población de rocas intrusivas

La población de rocas intrusivas corresponde al conjunto de muestras de roca con naturaleza intrusiva (diorita y granodiorita), a las cuales se les efectúa el tratamiento estadístico, antes descrito, para encontrar el valor de fondo o background, umbral o threshold correspondiente. La población de rocas intrusivas está compuesta por 58 muestras. Fig.5.9 - Fig.5.12 (mapa de ubicación de muestras anómalas).

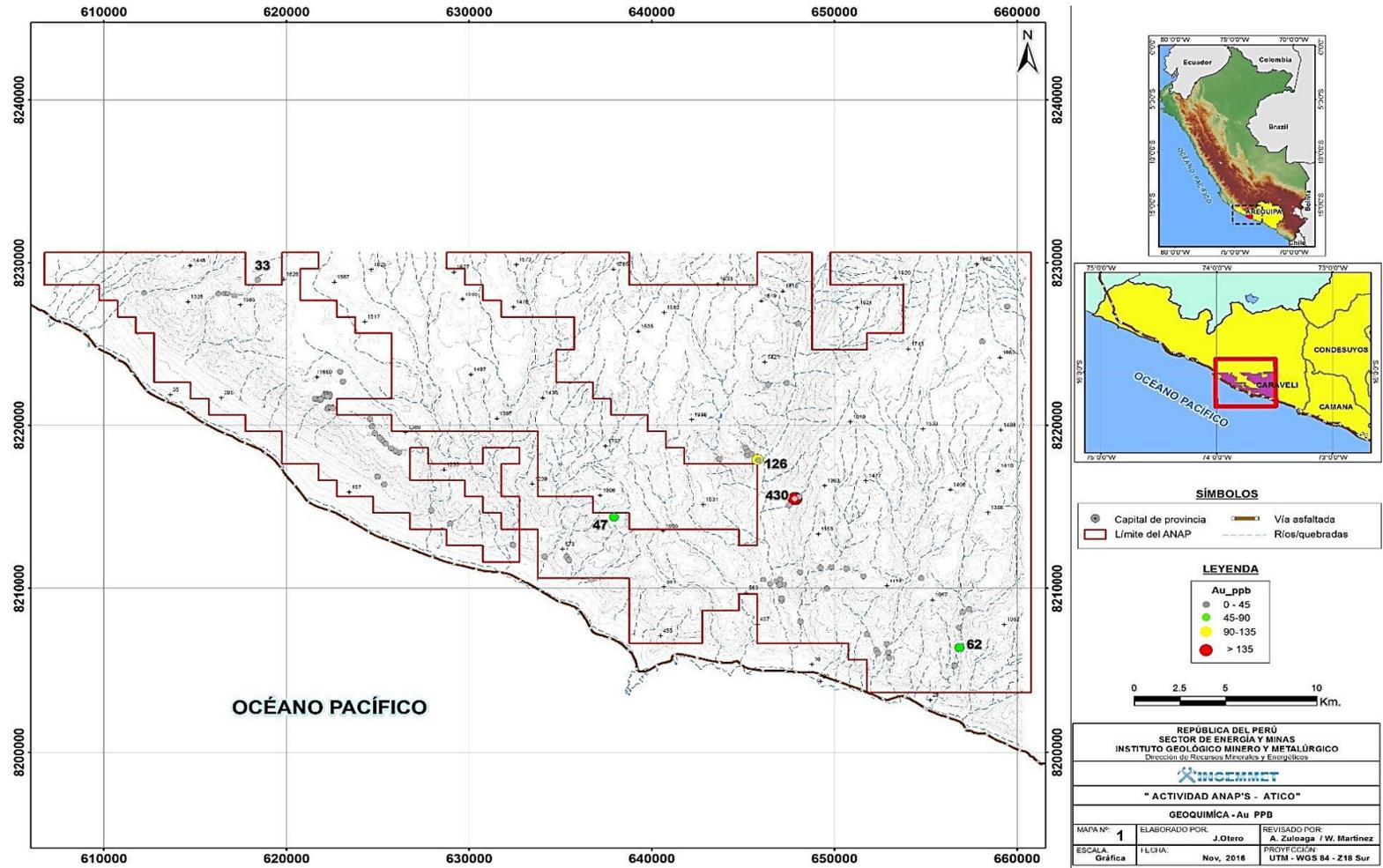


Fig.5.9. Distribución de valores anómalos de Au ppb en muestras de roca población intrusiva en el ANAP.

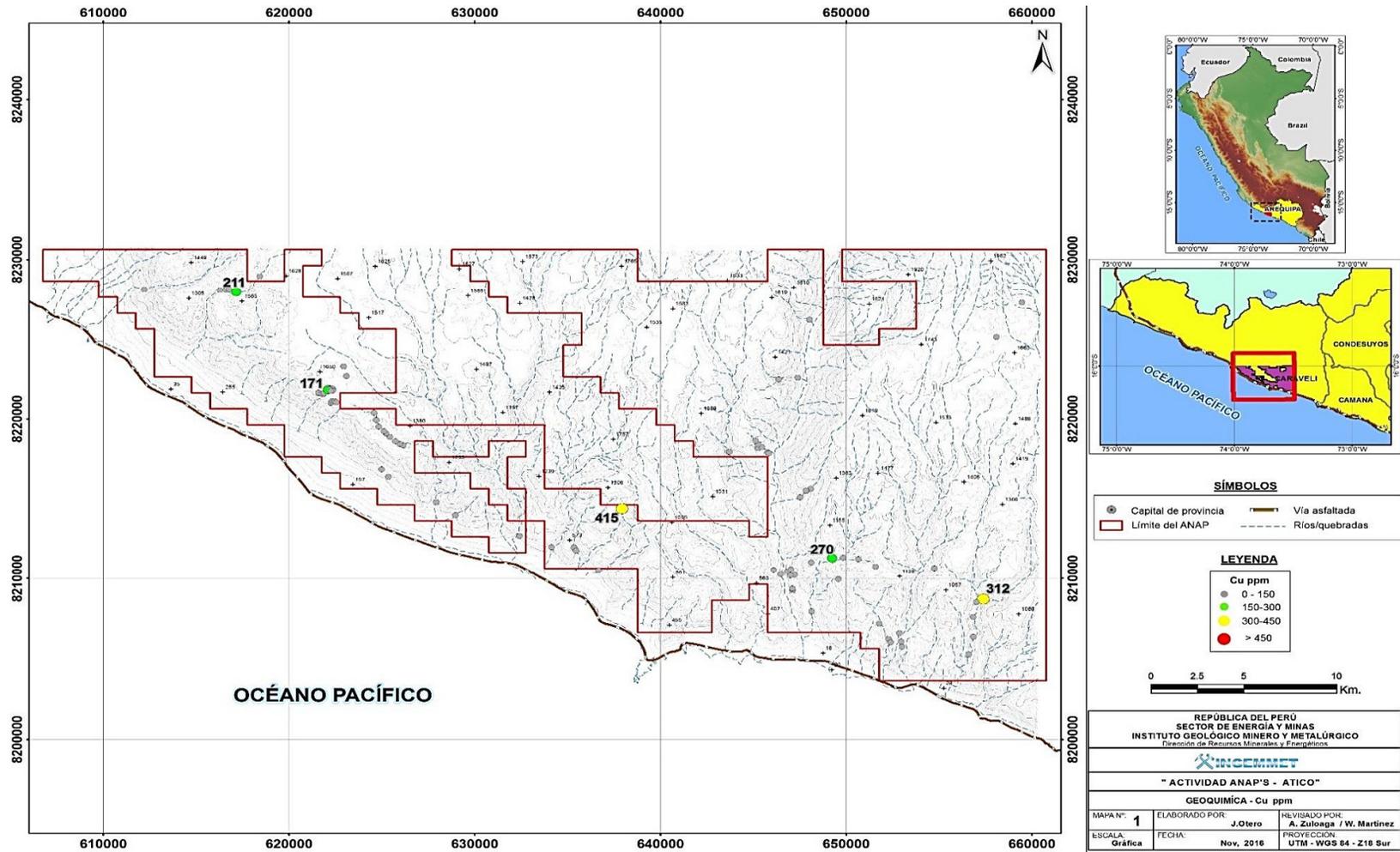


Fig.5.10. Distribución de valores anómalos de Cu ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP.

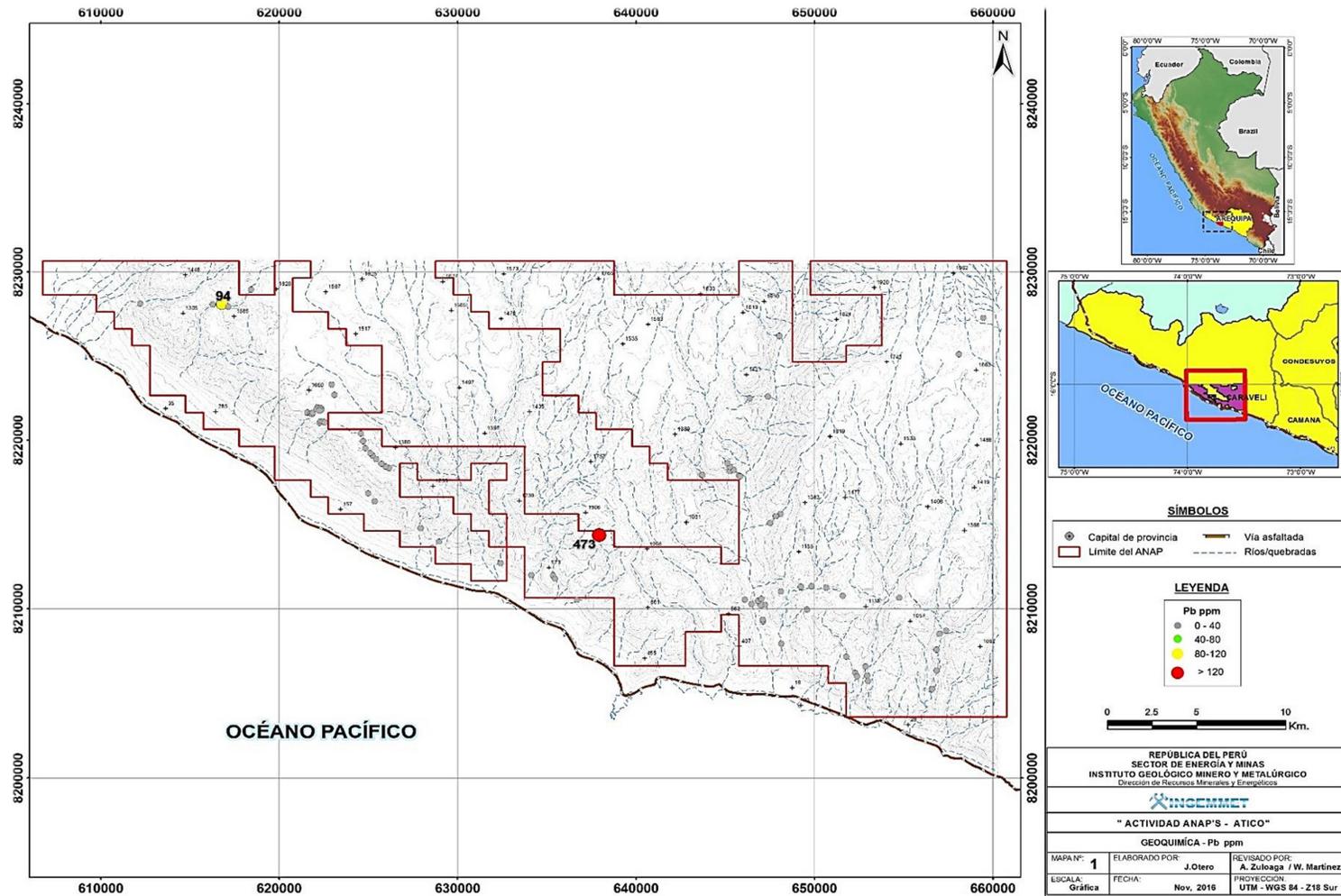


Fig.5.11. Distribución de valores anómalos de Pb ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP.

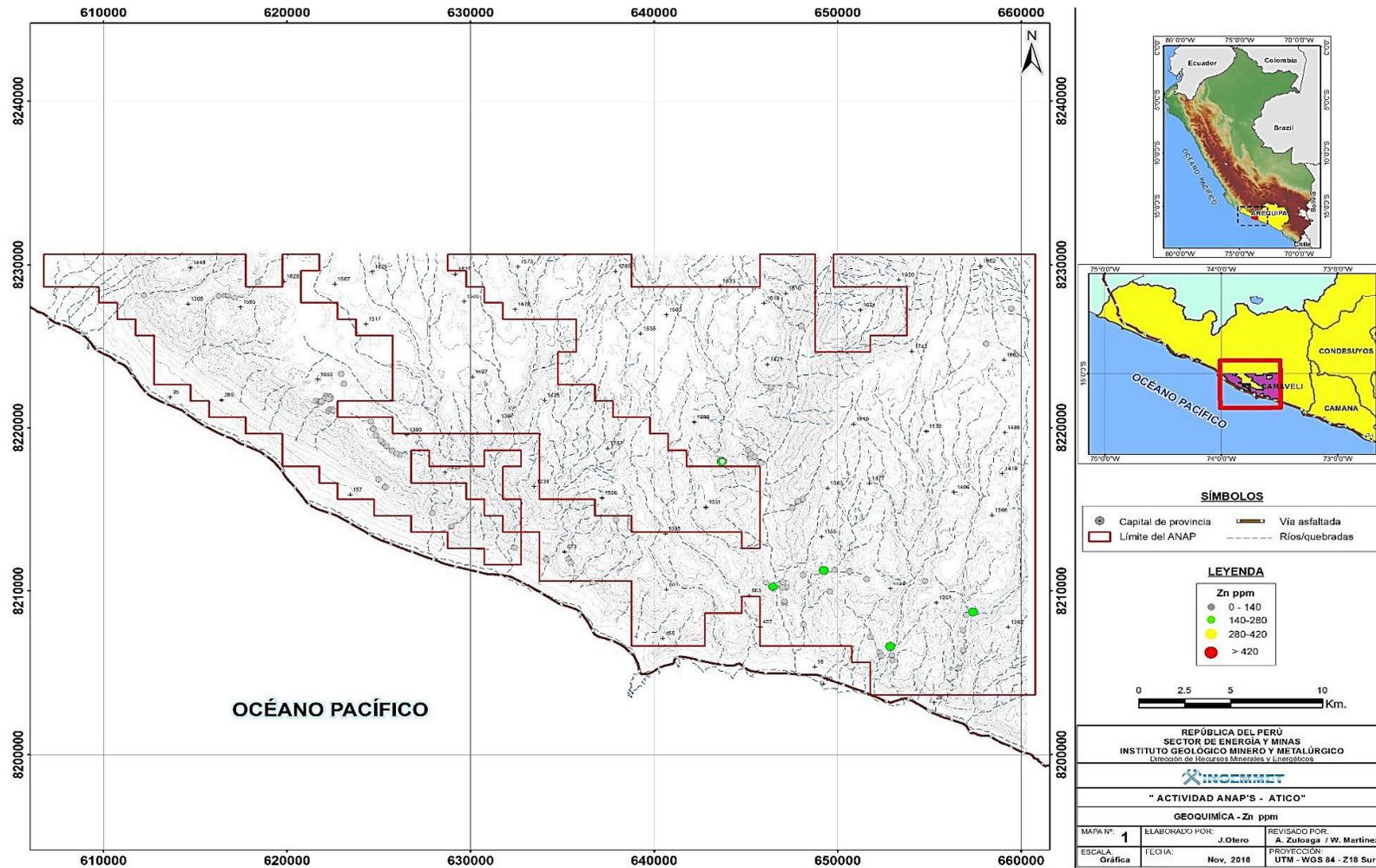


Fig.5.12. Distribución de valores anómalos de Zn ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP

## VII. INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA

Las figuras elaboradas de la distribución de elementos muestran valores anómalos “puntuales” de Au ppb, Cu ppm dentro del área.

### 7.1 Coeficiente de Correlación

La correlación se realiza con el análisis de los elementos guías. Los datos son transformados a logaritmo y luego es calculada la matriz de correlación de Pearson, para el presente estudio se aplicó a datos que corresponden a la población intrusiva.

Los rangos con niveles de correlación para la población intrusiva fueron considerados de la siguiente manera, los valores de 0.2 a 0.4 es regular, los de 0.4 a 0.6 es buena y mayores a 0.6 son consideradas como alta (tomado de Suni R, 19998).

Dado los resultados para la población intrusiva en la tabla 6.7 se observa lo siguiente: Los valores considerados altos son: Ag-Pb-Sb-Cu, Co-mg-V-Fe-Ni-Zn-Cr (Mn-Ni), Mg-V-Ni-Mn-Zn), los valores buenos son: Ag-Bi(Pb), Cr-Mg-V-Fe-Mn-Zn(Ni-Mn-Zn), Cr-Mg-V-Fe-Mn-Zn, Ni-Mn-Zn y los valores regulares son: Au-Ba-Ag(Pb), Ba-Bi-Pb-Zn(Sb-Cu), Cd-V-Fe(Co-Cu), Cu-Mn-Fe-Zn-Mg.

Tabla.5.7 Coeficiente de correlación de la población de rocas intrusivas.

	Au	Ag	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	V	Zn
Au	1.00																
Ag	0.27	1.00															
Ba	0.29	0.25	1.00														
Bi	0.11	0.50	0.26	1.00													
Cd	-0.10	-0.06	0.02	-0.08	1.00												
Co	-0.10	-0.09	-0.17	-0.11	0.19	1.00											
Cr	-0.07	-0.07	-0.08	-0.10	-0.08	0.69	1.00										
Cu	0.13	0.70	0.02	0.36	0.13	0.33	0.09	1.00									
Fe	-0.07	-0.10	-0.01	-0.12	0.27	0.91	0.54	0.33	1.00								
Mg	-0.11	-0.08	-0.24	-0.07	0.18	0.95	0.55	0.31	0.87	1.00							
Mn	-0.03	-0.02	0.06	-0.04	0.18	0.76	0.45	0.37	0.81	0.74	1.00						
Mo	-0.09	0.04	-0.11	0.06	-0.26	-0.48	-0.22	-0.13	-0.51	-0.50	-0.35	1.00					
Ni	-0.07	-0.09	-0.18	-0.12	0.00	0.84	0.84	0.10	0.69	0.82	0.55	-0.42	1.00				
Pb	0.26	0.98	0.25	0.50	-0.09	-0.09	-0.07	0.69	-0.11	-0.08	-0.01	0.04	-0.10	1.00			
Sb	0.18	0.79	0.18	0.39	-0.10	-0.08	-0.10	0.60	-0.06	-0.07	-0.03	0.04	-0.12	0.78	1.00		
V	-0.11	-0.09	-0.16	-0.13	0.29	0.93	0.55	0.41	0.94	0.89	0.79	-0.51	0.71	-0.11	-0.08	1.00	
Zn	0.02	0.11	0.24	0.11	0.17	0.72	0.40	0.32	0.78	0.68	0.73	-0.40	0.49	0.14	0.04	0.69	1

## 7.2 Población de rocas intrusivas

Los mapas elaborados (Fig.6.9 a la Fig.6.12) para la distribución de elementos, muestran valores anómalos puntuales en Au ppb y Cu ppm alojadas en rocas intrusivas dentro del área del ANAP Atico.

## VIII. DISTRIBUCIÓN GEOQUÍMICA

### 8.1 Cobre

Presenta dos valores puntuales con anomalía calificada como baja (150-300 ppm) y dos valores con anomalía moderada (415-312 ppm) (Fig.6.10)

### 8.2 Molibdeno

Presenta un valor significativo (16 ppm pero puntual, ubicándose al centro del ANAP Ático)

### 8.3 Oro

Presenta valores significativos, pero puntuales, estos valores se encuentran ubicados al centro del ANAP Ático (Fig.6.9)

### 8.4 Plata

No presenta valores significativos.

### 8.5 Plomo

Presenta un valor significativo 473 ppm alojado en roca intrusiva. (Fig.6.12)

### 8.6 Zinc

No presenta valores significativos. (Fig.6.12)

### 8.7 Hierro

No presenta valores significativos.

## IX ANOMALIAS Y GUIAS GEOQUIMICAS

De acuerdo a los análisis y estudios geoquímicos realizados en el ANAP Ático, se determinó que el área de estudio no presenta valores geo-económicos significativos que nos lleven a la determinación de zonas anómalas.

## X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Geológico

- La geología del terreno indican el predominio de unidades de roca con edades desde el pre-cambriano, y paleozoicas las cuales se encuentran soterradas bajo unidades de edad Miocena
- Las unidades de roca, se encuentran afectadas por estructuras tipo fallas de carácter regional, denominadas Choclón y Torres Grande, cuya dirección es mayormente E-O
- Las fallas de carácter translitosféricas afectan a las secuencias Pre-cambrianas, Paleozoicas y Miocenas, fallándolos y generando bajos y altos estructurales los cuales limitan unidades como el Batolito Atico - Camaná y las secuencias sedimentarias del Grupo Mitu.
- Afloramientos de cuerpos intrusivos de composición dioríticas con fuerte foliación se encuentran inconformes bajo una pila sedimentaria de edad Permiana asignada al Grupo Mitu

### Geoquímico

- De acuerdo a los análisis y estudios geoquímicos realizados en el ANAP Atico, se determinó que el área de estudio no presenta valores geo-económicos significativos que nos lleven a la determinación de zonas anómalas.
- Se han analizado geoquímicamente 95 muestras de rocas
- En el ANAP ATICO se obtuvieron 86 muestras de roca en dos campañas de campo
- Se procesaron 4 muestras de blanco gruesos y finos, que representa una tasa de inserción de 2.58% con respecto al total de muestras recolectadas
- El Cobre presenta dos valores puntuales con anomalía calificada como baja y dos valores con anomalía moderada
- El Molibdeno presenta un valor significativo (16 ppm pero puntual, ubicándose al centro del ANAP Ático)
- El Oro presenta valores significativos, pero puntuales, estos valores se encuentran ubicados al centro del ANAP Ático
- La Plata presenta valores significativos.
- El Plomo presenta un valor significativo 473 ppm alojado en roca intrusiva.
- El Zinc, no presenta valores significativos
- El Hierro no presenta valores significativos.
- De acuerdo a los análisis y estudios geoquímicos realizados en el ANAP Ático, se determinó que el área de estudio no presenta valores geo-económicos significativos que nos lleven a la determinación de zonas anómalas.

#### Geo-económico

- Evidencias de manifestaciones hidrotermales, labores mineras y cateos a lo largo de la ANAP Atico, son nulas
- Las condiciones metalogenéticas y de tiempo, no fueron los adecuados para el emplazamiento de fluidos mineralizantes de carácter económico
- Las fallas translitosfericas (Choclón y Torres Grandes), que han generado estructuras asociadas, no han tenido condiciones necesarias para desarrollar y albergar algún un tipo de yacimiento en la faja asociada a depósitos tipo IOCG y/o Pórfidos.
- Manifestaciones de alteraciones hidrotermales y explotación de vetas auríferas, no se han ubicado
- Trabajos de actividades mineras como: prospección, calicatas, a media barreta u otros, no fueron encontradas dentro del ANAP.
- Las unidades que cubren a las unidades volcano-sedimentarias e intrusivas, formaciones Moquegua o Alpbamba, tampoco evidencian mineralización alguna.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boekhout, F., Spikings R., Sempere T., Chiaradia M., Ulianov A., Schaltegger U. (2012). Mesozoic arc magmatism along the southern Peruvian margin during Gondwana breakup and dispersal. *Lithos* 146-147., p. 48-64.
- Huayong Chen., Cooke D., Baker M., (2013). Mesozoic Iron Oxide Copper-Gold Mineralization in the Central Andes and the Gondwana Supercontinent Breakup. *Society Economic Geologists Inc.*, v. 108., p. 37-44.
- Olchanski, E., 1980. Geología de los cuadrángulos de Chaparra, Jaqui, Coracora y Chala. *Boletín No 34, serie A*, 92 p.
- Bellido Bravo E. y Narvaes Sigfrido (1960). Geología del cuadrángulo de Atico, Hoja 33-o
- Ccallo W, Torres D, Santos A, Ayala L y Yauli C, 2014. Mapas Geológicos de Chaparra hoja 32-o a escala 1:50,000. Mapas geológicos no publicados de la Dirección de Geología Regional, INGEMMET.
- Cesar Vilca & Paul Vargas., 2015. Prospección y evaluación del ANAP Chaparra; "Consideraciones sobre la información proporcionada por el servicio Geológico de China (CGS): Trabajos de Prospección Geoquímica hechos en los cuadrángulos de Chaparra y Atico según convenio de cooperación Técnica con el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Marzo. Informes de empresas mineras de divulgación en la web.

---

## ANEXOS

- I. MAPAS
- II. RESULTADOS ANALÍTICOS
- III. TABLAS
- IV. FOTOGRAFIAS