

LAS INCLUSIONES FLUIDAS EN LA EXPLORACIÓN DE PÓRFIDOS DE COBRE EJEMPLO: EL PÓRFIDO DE COBRE LARA - AYACUCHO

**Dirección de Geología Económica y
Prospección Minera**

Jorge Acosta Ale

Lima, junio de 2007

Tratado

- Geología
- Alteración y mineralización
- Tipos de inclusiones fluidas
- Características y evolución de los fluidos hidrotermales
- Conclusiones

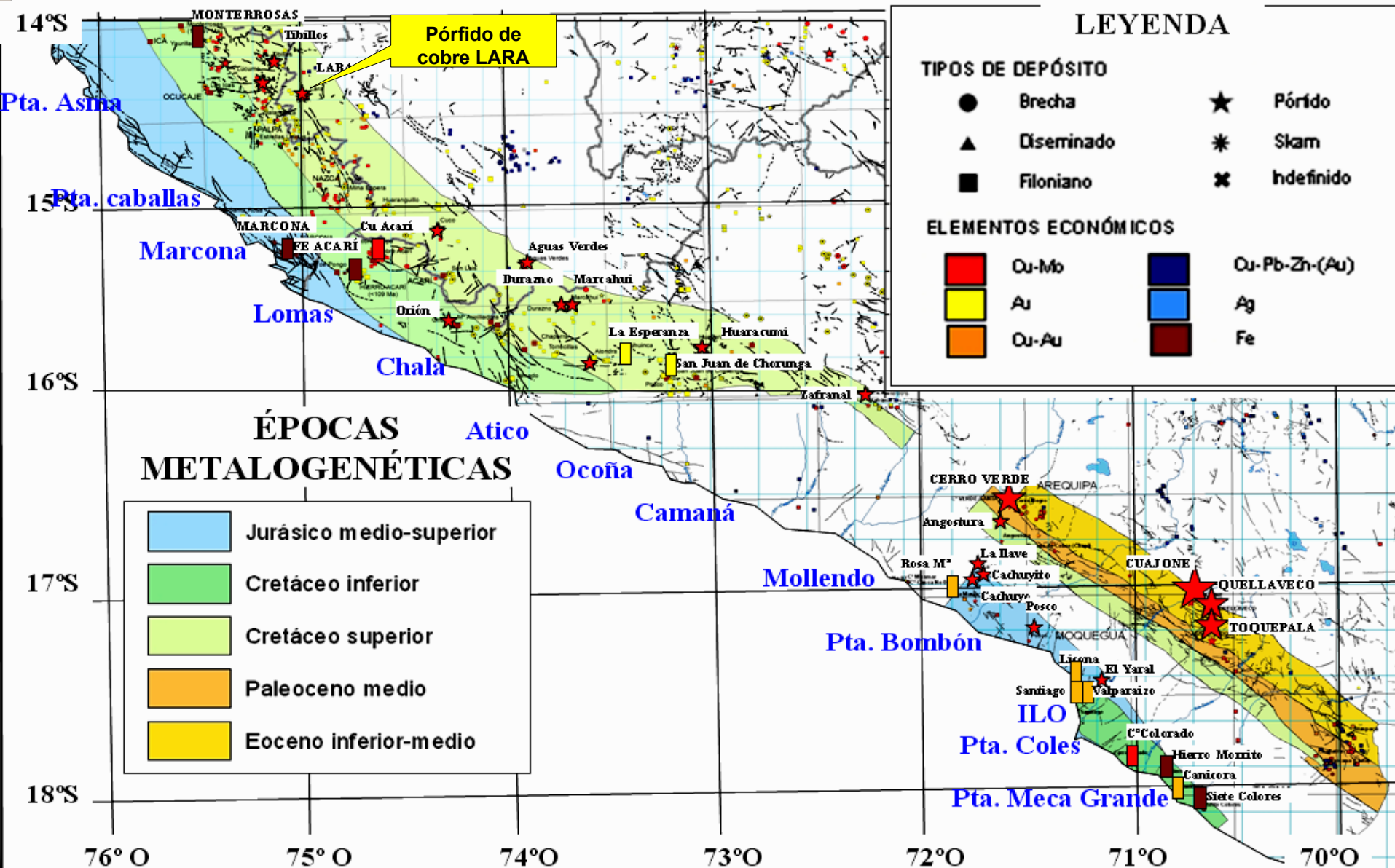
Objetivos

- Definir el tipo de inclusiones fluidas que identifica cada etapa hidrotermal.
- Estudiar la naturaleza y evolución de los fluidos que formaron la alteración y mineralización.

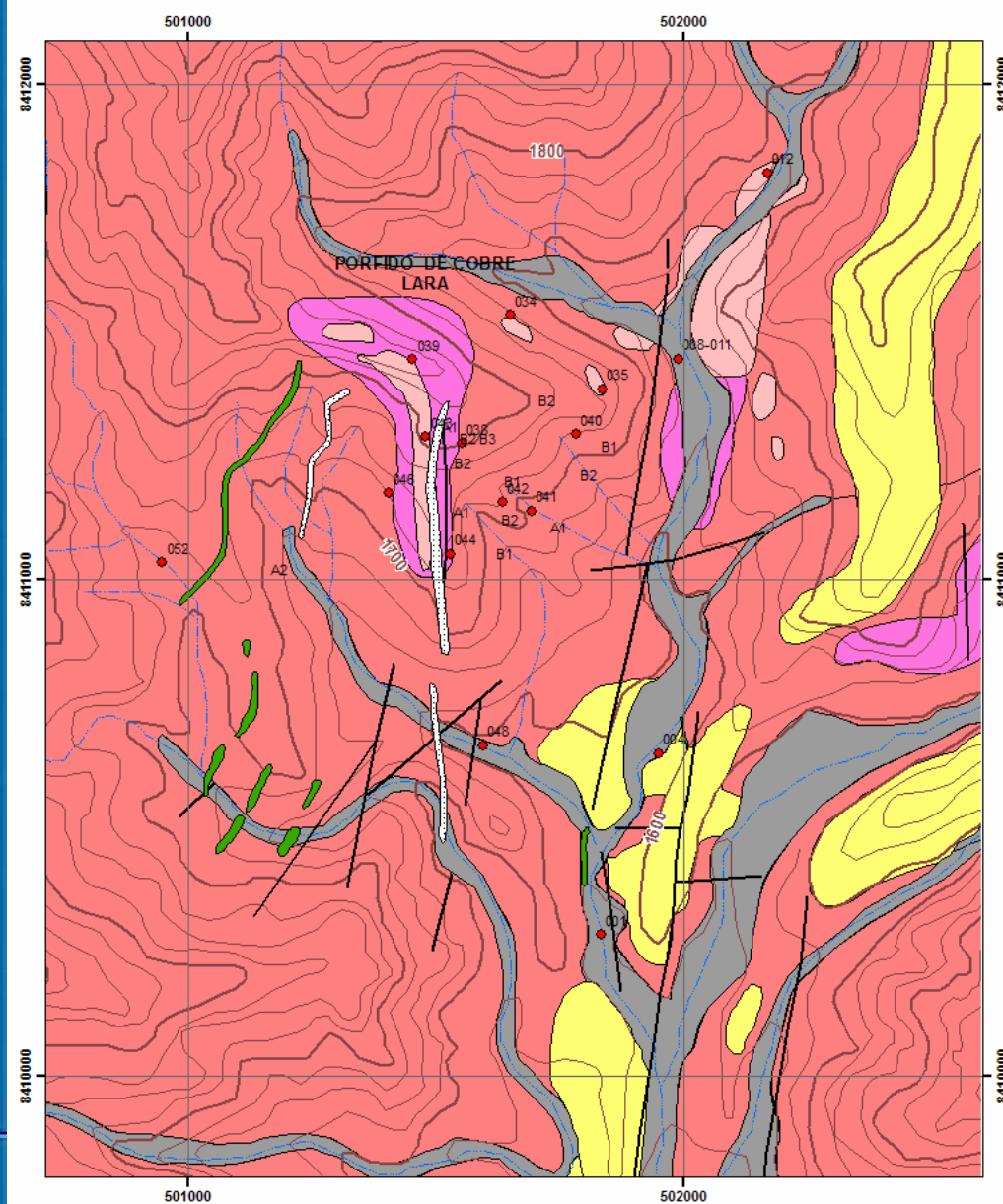
Ubicación



Contexto metalogenético

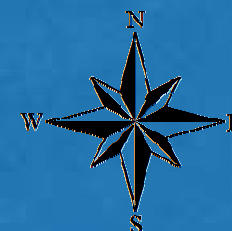


Geología



LEYENDA

-  Dep. fluviales y aluviales (Pleistoceno - Holoceno)
-  Grupo Nazca (Tobas e Ignimbritas) (22.4, 20.5, 23.2 y 18.7 Ma, Noblet et al., 1979)
-  Diques dacíticos y félsicos
-  Diques andesíticos
-  Granito
-  Cuarzo monzonita
-  Cuarzo diorita Superunidad Tiabaya (78-80 Ma, Mukasa 1985)

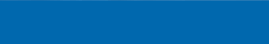


Alteraciones hidrotermales



LEYENDA

ALTERACIONES

-  Alteración argílica (ill-hay)
-  Alteración cuarzo-sericita (vetillas B1 y B2 cz-ser +/- lms, )
-  Alteración propilítica (clo-ept-cbs-py) (penetrativa y vetillas A2 cz-clo-cbs-py)
-  Alteración potásica (bt-fpk) (Bt penetrativa y vetillas A1 cz-fpk)

LITOLOGÍA

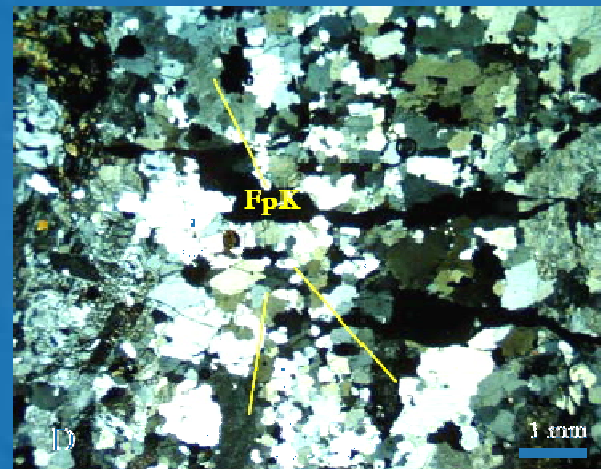
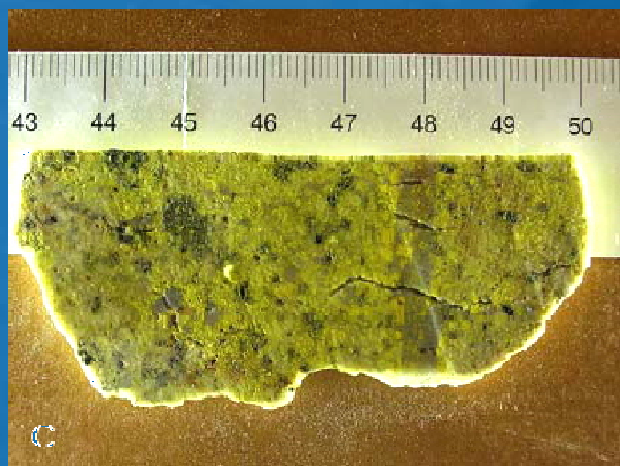
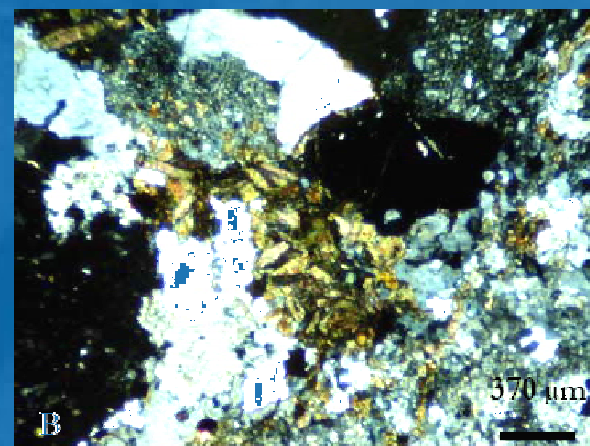
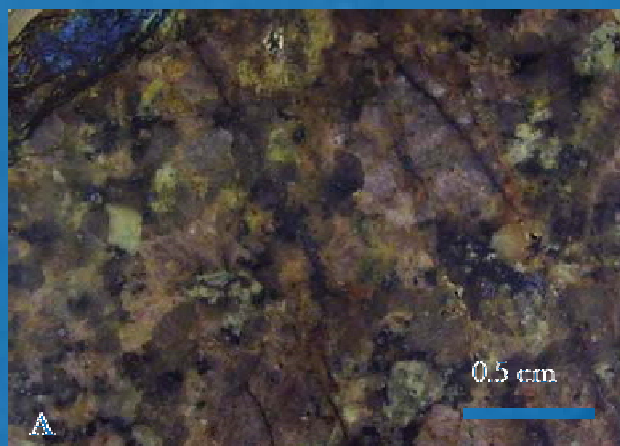
-  Grupo Nazca (tobas e ignimbritas) (22.4, 20.5, 23.2, 18.7 Ma, Noble et al, 1979)
-  Diques dacítico y félsicos
-  Diques Andesíticos
-  Granito
-  Cuarzo monzonita
-  Cuarzo diorita Superunidad Tiabaya (78-80 Ma, Mukasa, 1985)

Muestras

-  Muestras para estudios petrográficos, mineralográficos y de inclusiones fluidas

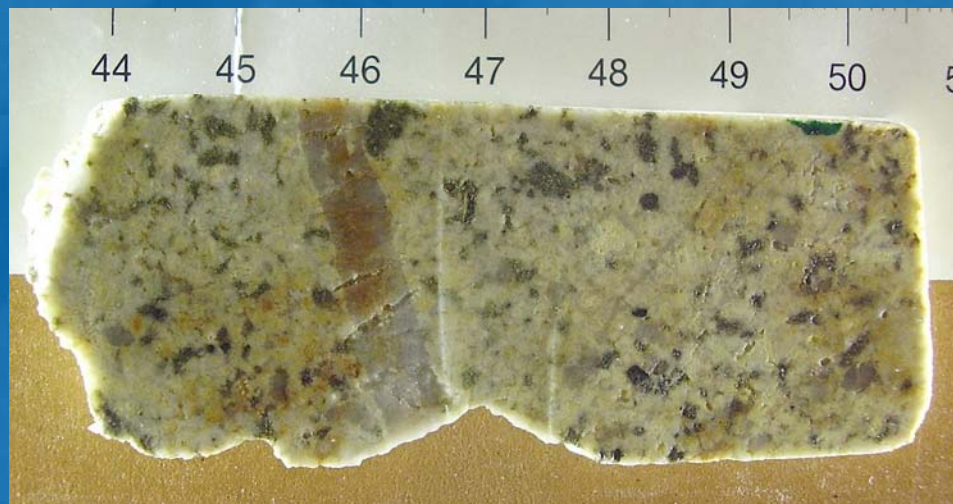


Alteración potásica (fpk-biotita-magnetita)



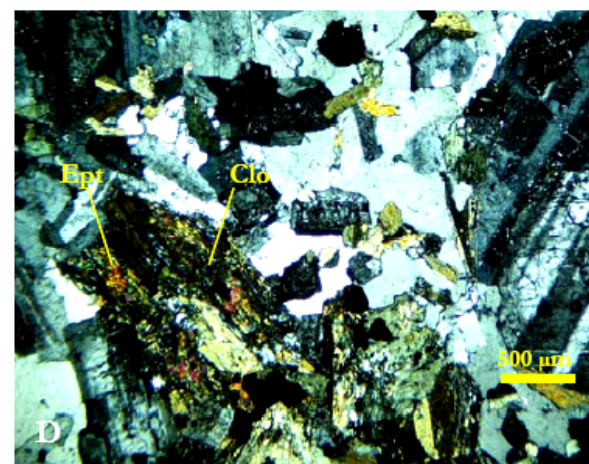
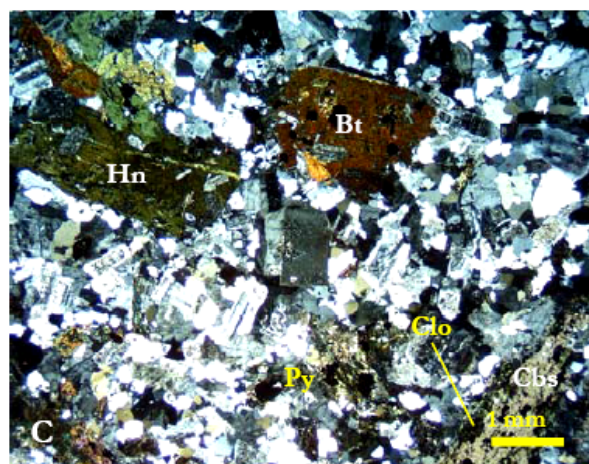
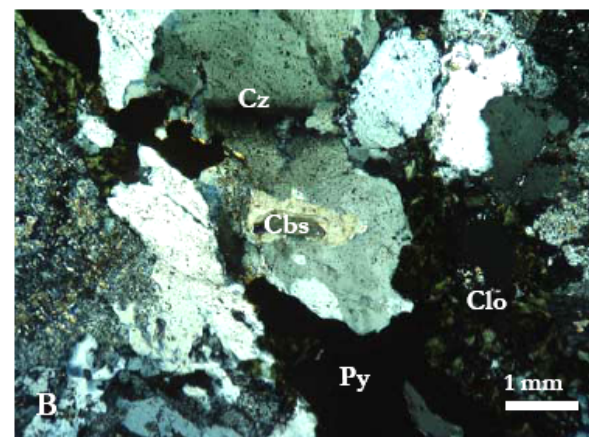
Vetillas Tipo A1

(cuarzo – feldespato potásico)



Alteración propilítica

(cuarzo-clorita-epidota-carbonatos)

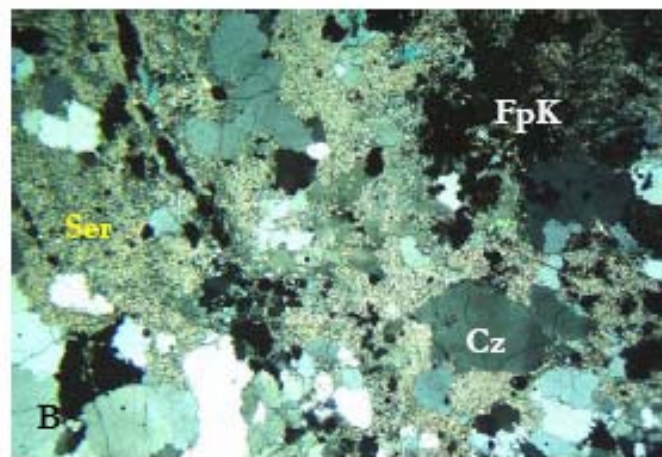
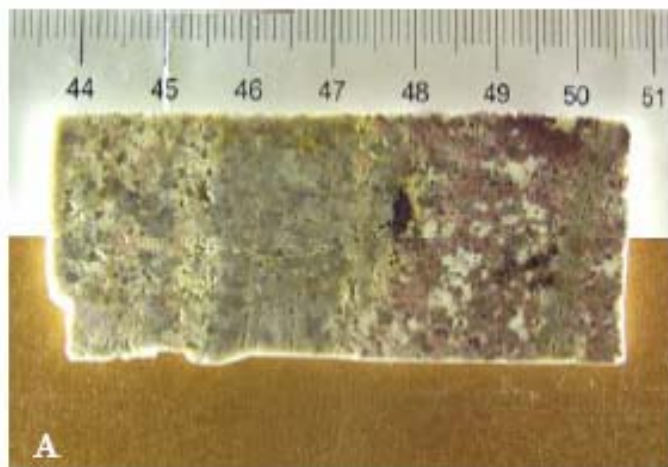


Vetillas Tipo A2

(cuarzo – clorita – pirita)

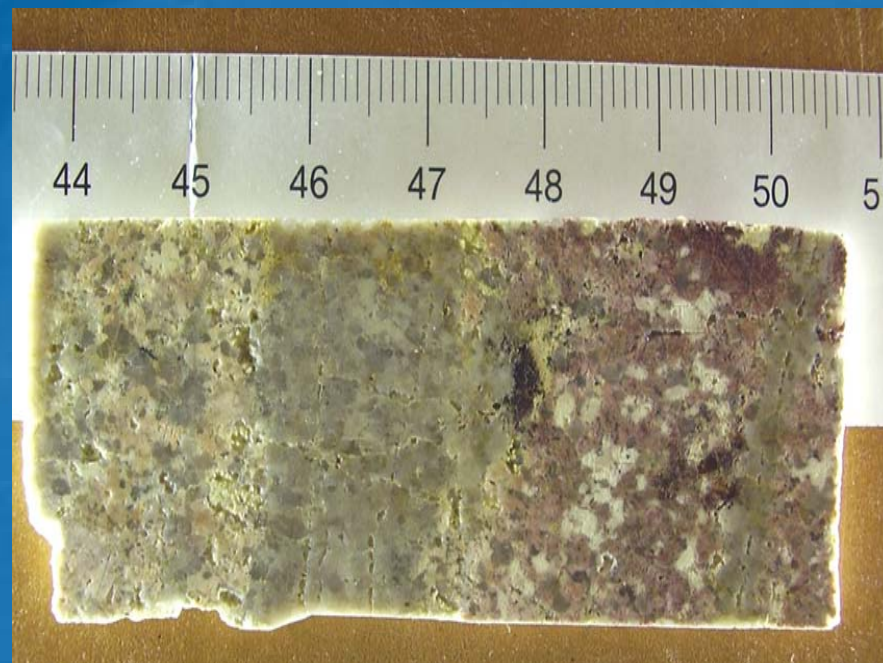


Alteración fílica (cuarzo – sericita)



Vetillas Tipo B1

(cuarzo - sericita con sutura)

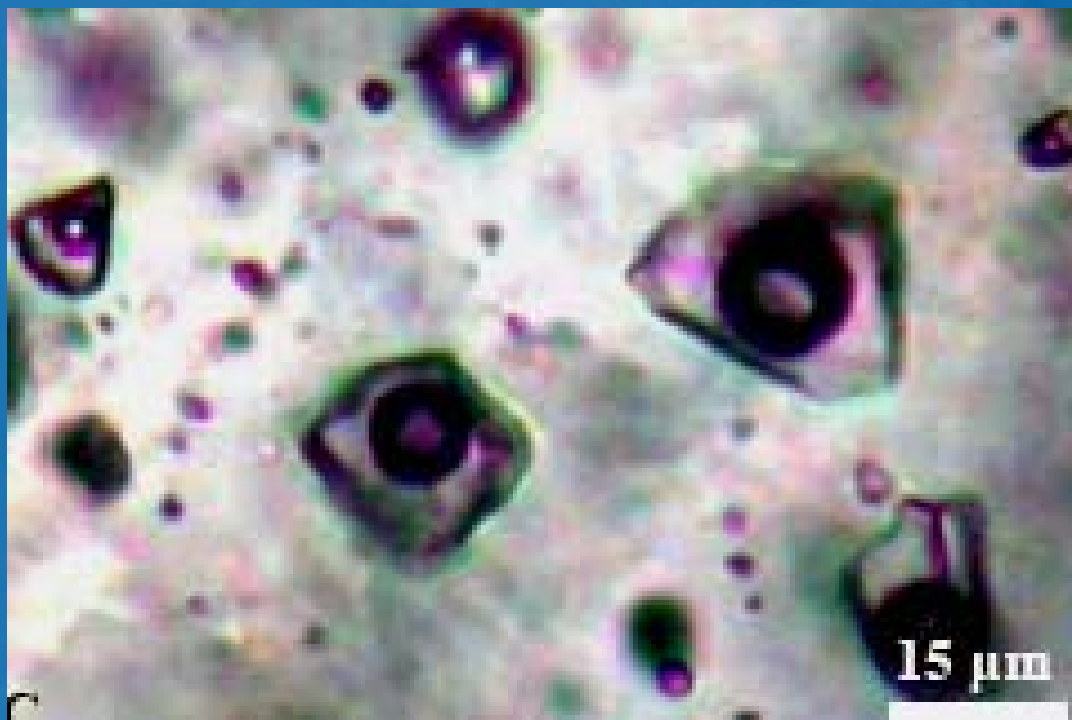


Vetillas Tipo B2

(cuarzo - sericita con sutura rellena de pirita)

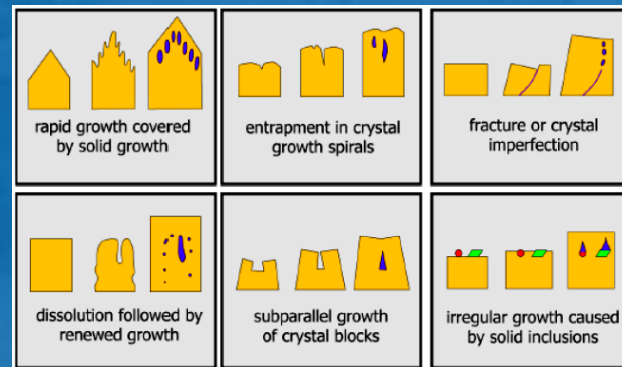
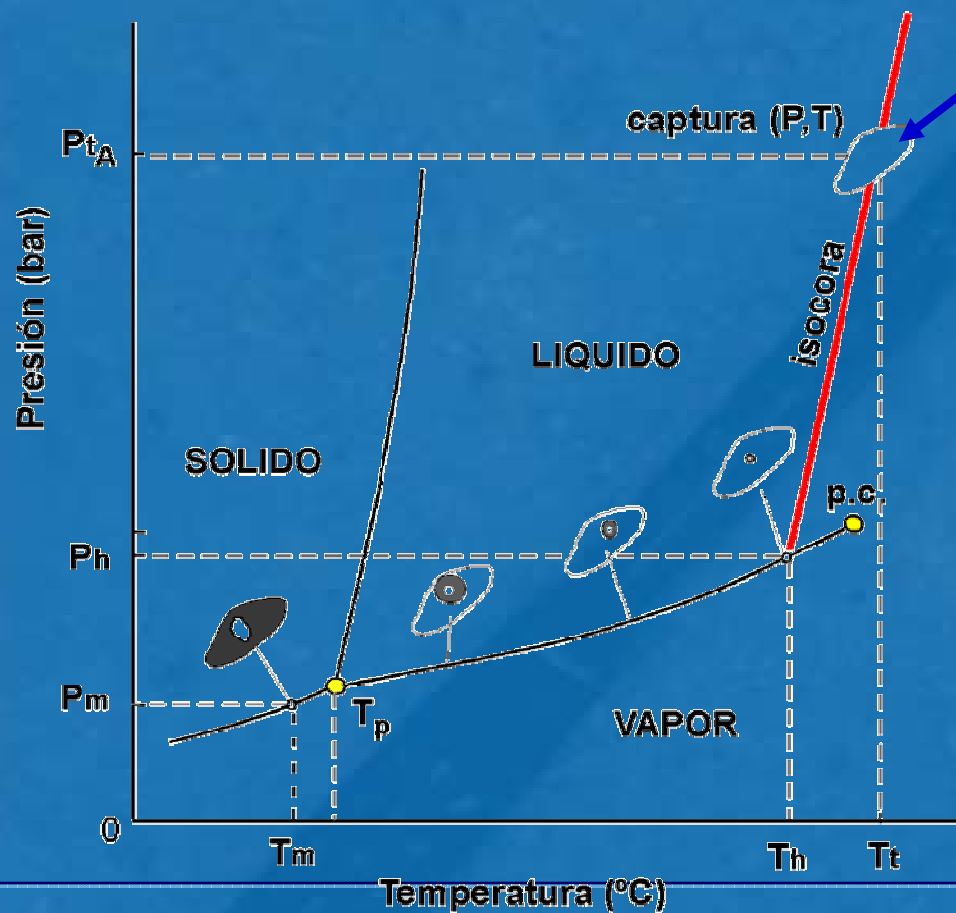


¿Qué son las inclusiones fluidas?



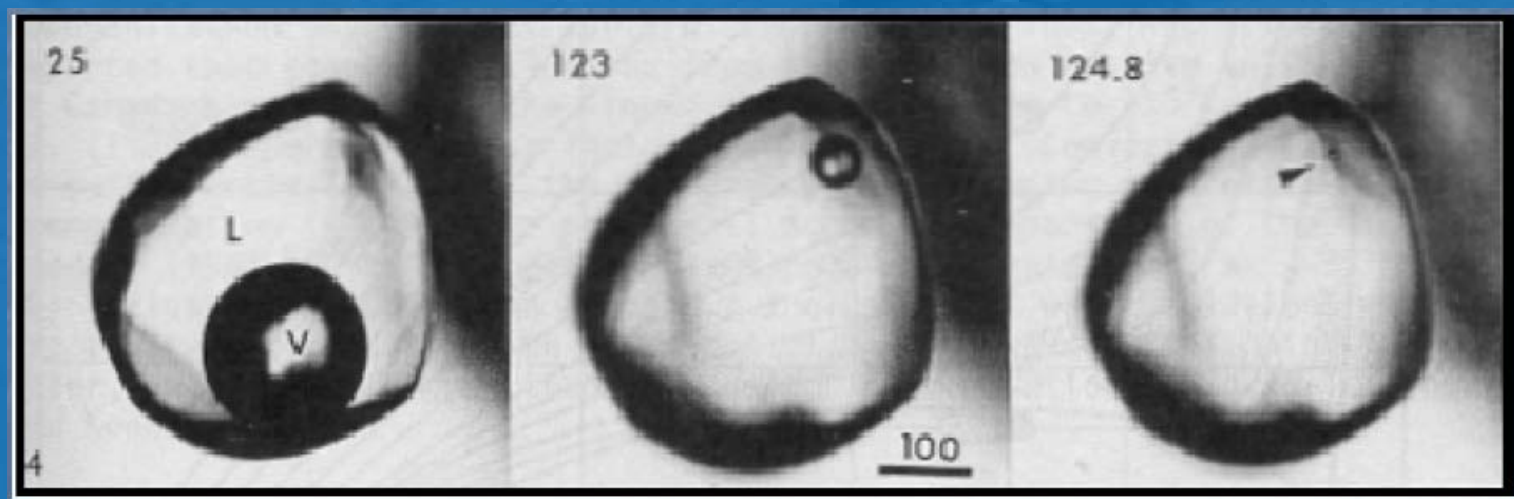
Cavidades herméticamente selladas que están ocupadas por líquido, gas o cristales de minerales.

Origen de las inclusiones fluidas



Determinación de la temperatura mínima de captura de un fluido hidrotermal

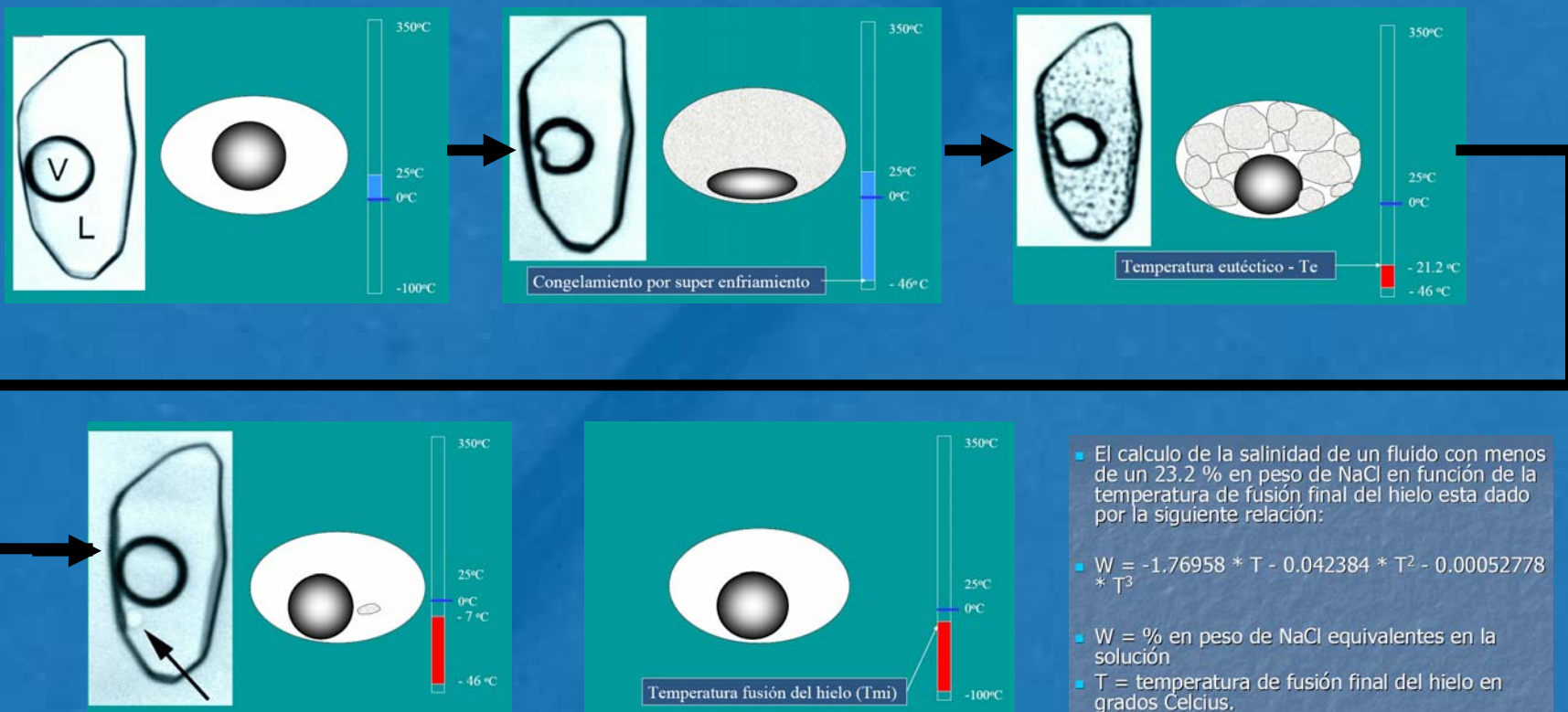
(Temperatura de homogenización: T_h)



Arehart 2002

Determinación de la salinidad de un fluido

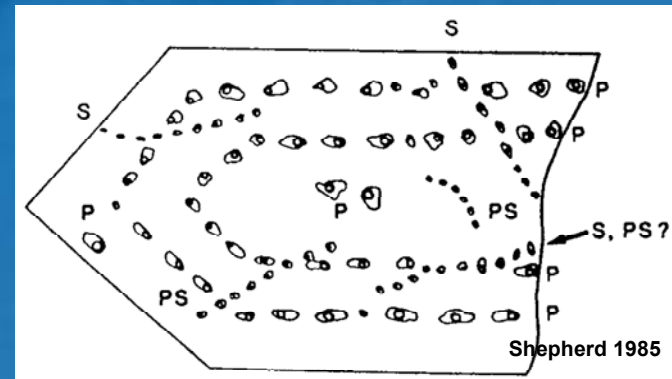
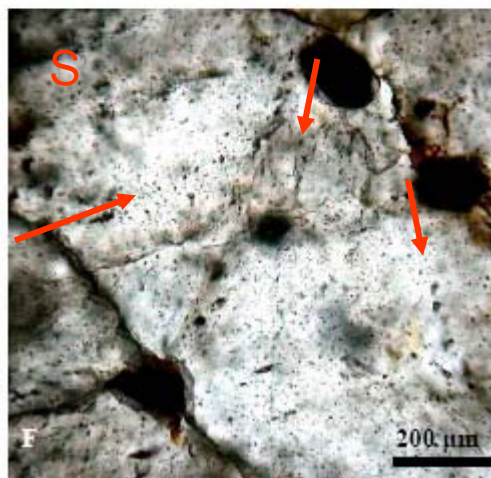
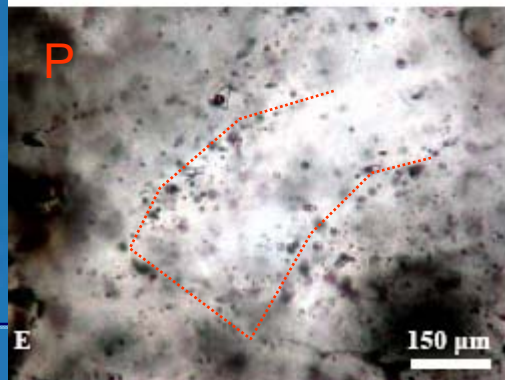
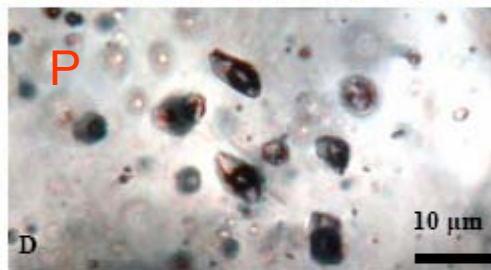
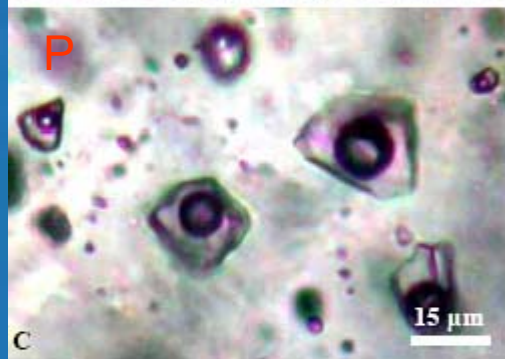
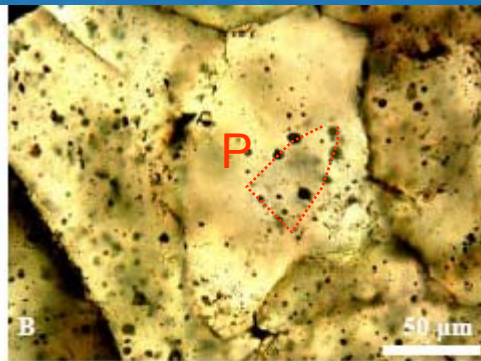
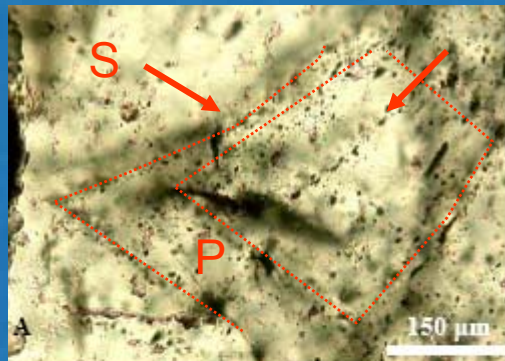
(Temperatura de fusión de hielo: T_{mi})



- El calculo de la salinidad de un fluido con menos de un 23.2 % en peso de NaCl en función de la temperatura de fusión final del hielo esta dado por la siguiente relación:
- $$W = -1.76958 * T - 0.042384 * T^2 - 0.00052778 * T^3$$
- W = % en peso de NaCl equivalentes en la solución
- T = temperatura de fusión final del hielo en grados Celcius.

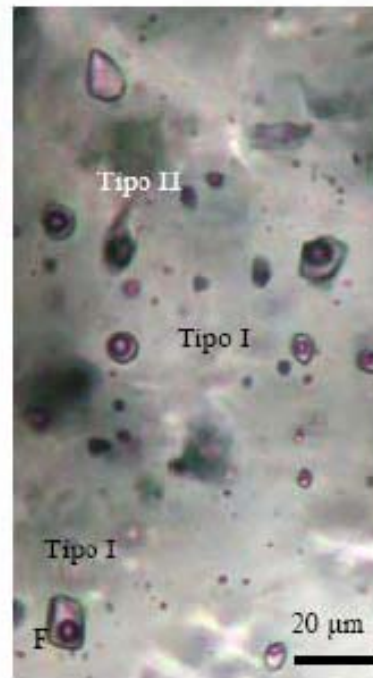
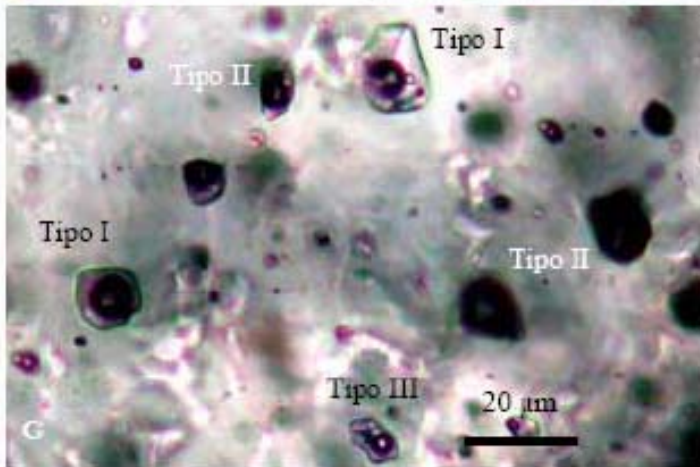
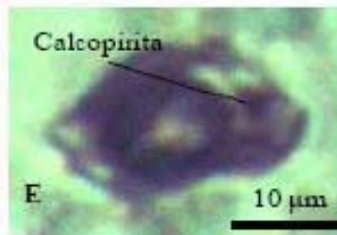
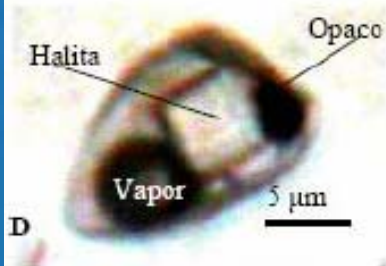
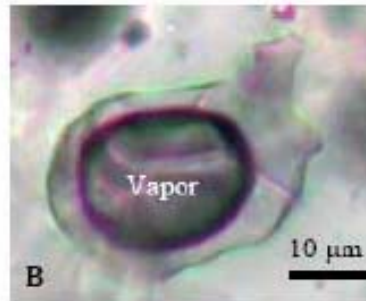
Tipos de inclusiones fluidas

(según su origen)



Tipos de inclusiones fluidas

(según su composición)



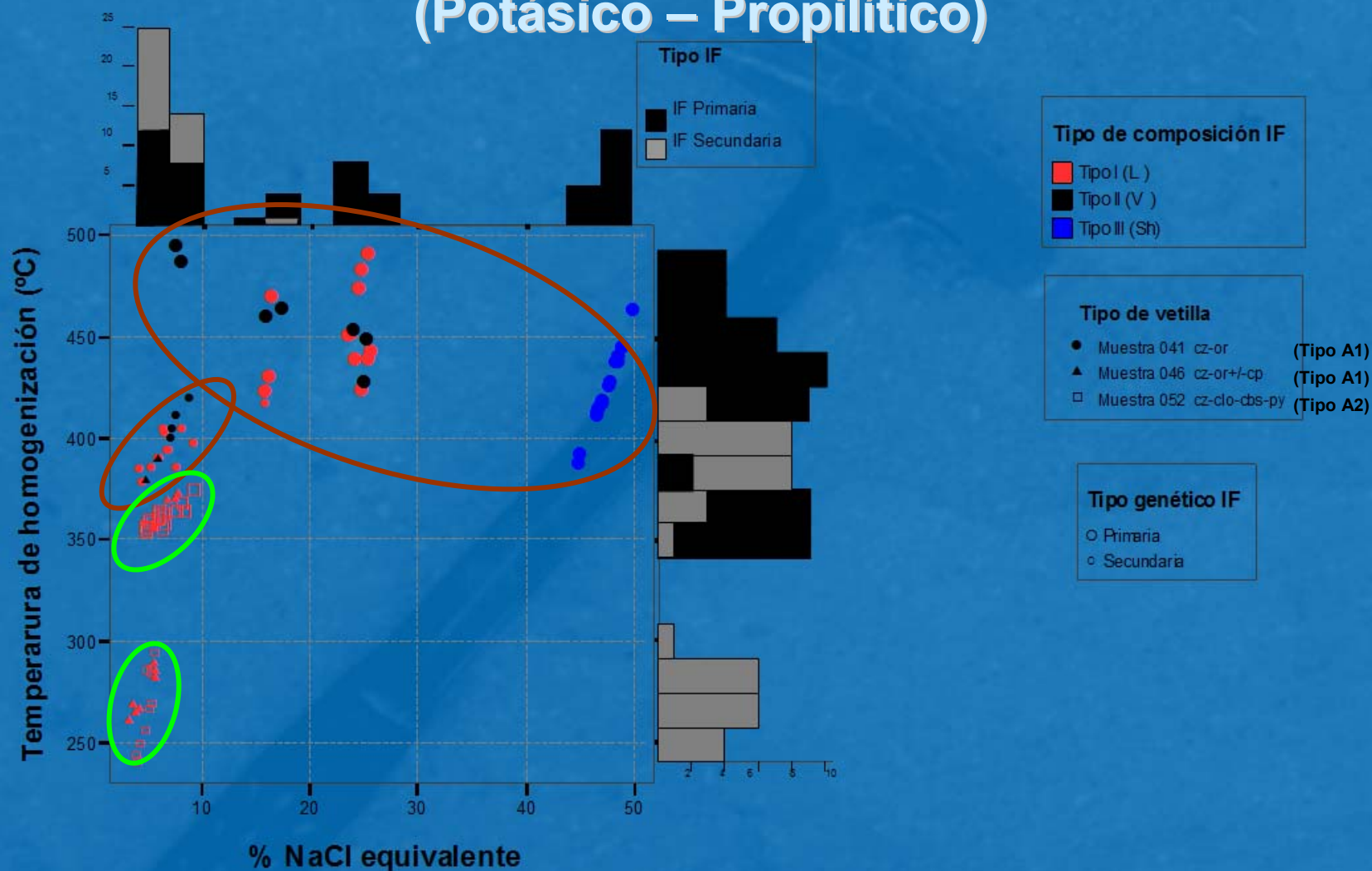
Tipo I : ricas en líquido
(moderadas en salinidad)

Tipo II: ricas en vapor

Tipo III: con cristales de
halita, silvita y sulfuros
(con alta salinidad)

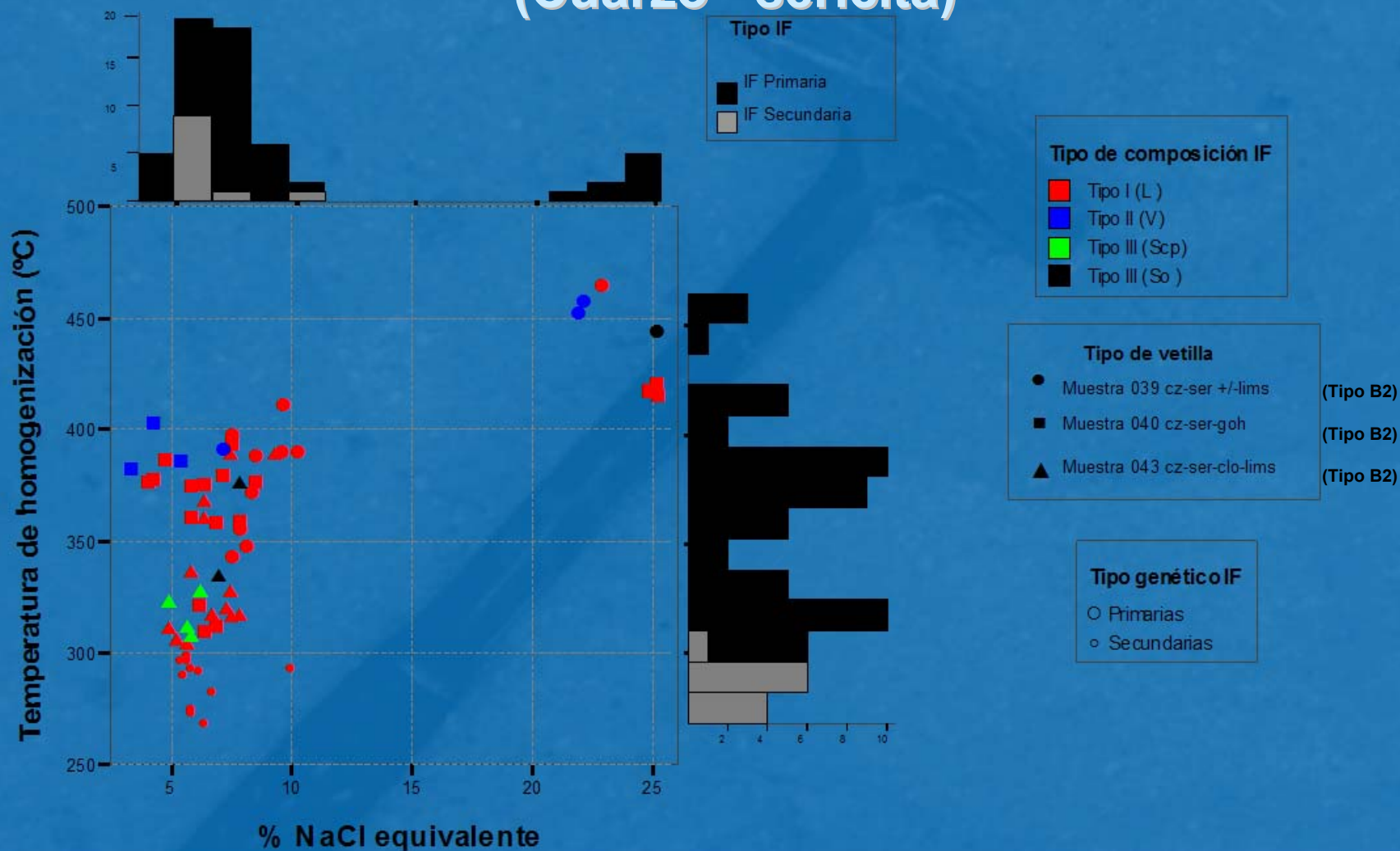
Tipos de inclusiones y fluidos del evento hidrotermal A

(Potásico – Propilítico)

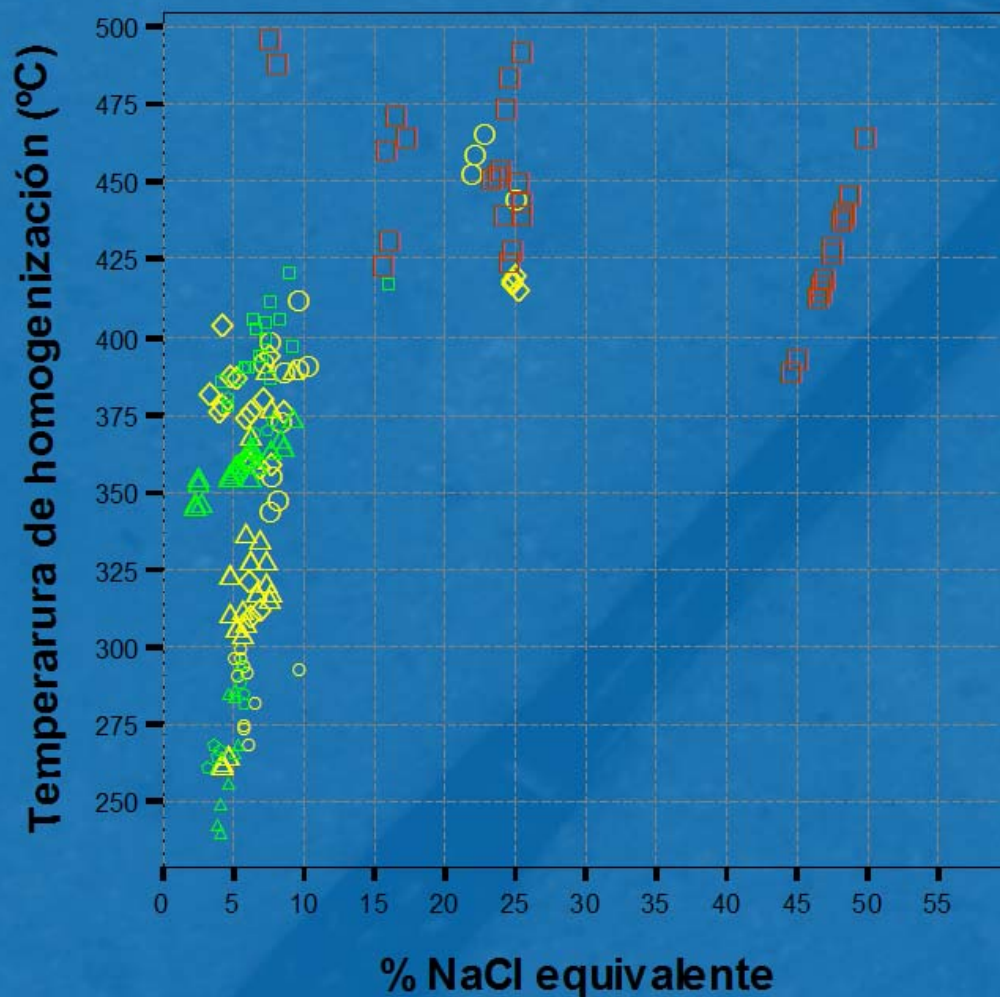


Tipos de inclusiones y fluidos del evento hidrotermal B

(Cuarzo - sericita)



Evolución de los fluidos en las etapas hidrotermales A y B



Evento hidrotermal

- Evento B: Alteración cuarzo-sericita
- Evento A2: Alteración propilitica
- Evento A1: Alteración potásica

Tipos de vetilla

- Muestra 039 B2: cz-ser+/-lims (Tipo B2)
- △ Muestra 043 B2: cz-ser-clo-lims (Tipo B2)
- ◇ Muestra 046 A1: cz-or (Tipo A1)
- △ Muestra 052 A2: cz-clo-cbs-py (Tipo A2)
- ◇ Muestra 040 B2: cz-ser-goh (Tipo B2)
- Muestra 041 A1: cz-or (Tipo A1)

Tipo IF

- Primaria
- Secundaria

Interpretación

- Si tomamos en cuenta la datación en sericita ($\text{Ar40}/\text{Ar39}$; Rivera F, 2006) del pórfido de cobre Puquio podemos sugerir que el evento hidrotermal B cuarzo-sericita en el Pórfido de cobre Lara habría sucedido a 77.48 Ma.
- Por lo tanto, La evolución de los fluidos hidrotermales en el pórfido de cobre entre 80 y 77.5 Ma se correlaciona con los dos primeros eventos magmáticos: cuarzo diorita hornbléndica y cuarzo monzonita con hornblenda y biotita.

Conclusiones

- La alteración potásica presenta los rangos mas altos de temperaturas de homogenización (390 °C -500 °C) y de salinidades (25 % -50 % NaCl).
- La alteración propilítica presenta principalmente inclusiones Tipo I con bajas temperaturas (240°C - 380°C) y salinidades (5 % -10 % NaCl eq).
- Las temperaturas de homogenización en alteración cuarzo-sericita varían entre 300 °C y 470 °C y las salinidades entre 4 %-26 % NaCl eq.

Conclusiones

- Entre los 80 y 77.5 Ma los fluidos hidrotermales evolucionaron desde altas temperaturas y salinidades (500 °C y 50 % NaCl) hasta su dilución por la mezcla de fluidos magmáticos con aguas meteóricas, llegando a 270 °C y 5% NaCl eq.