

Introducción a Yacimientos Minerales

Auxiliar 8: Estratoligados de Cu-Ag

GL4401 - Primavera

Profesor: Brian Townley

Auxiliar: Nicolás Barahona

Ayudantes: Diego Mora y Blas Álvarez



Basado en las clases de:

María José Tapia

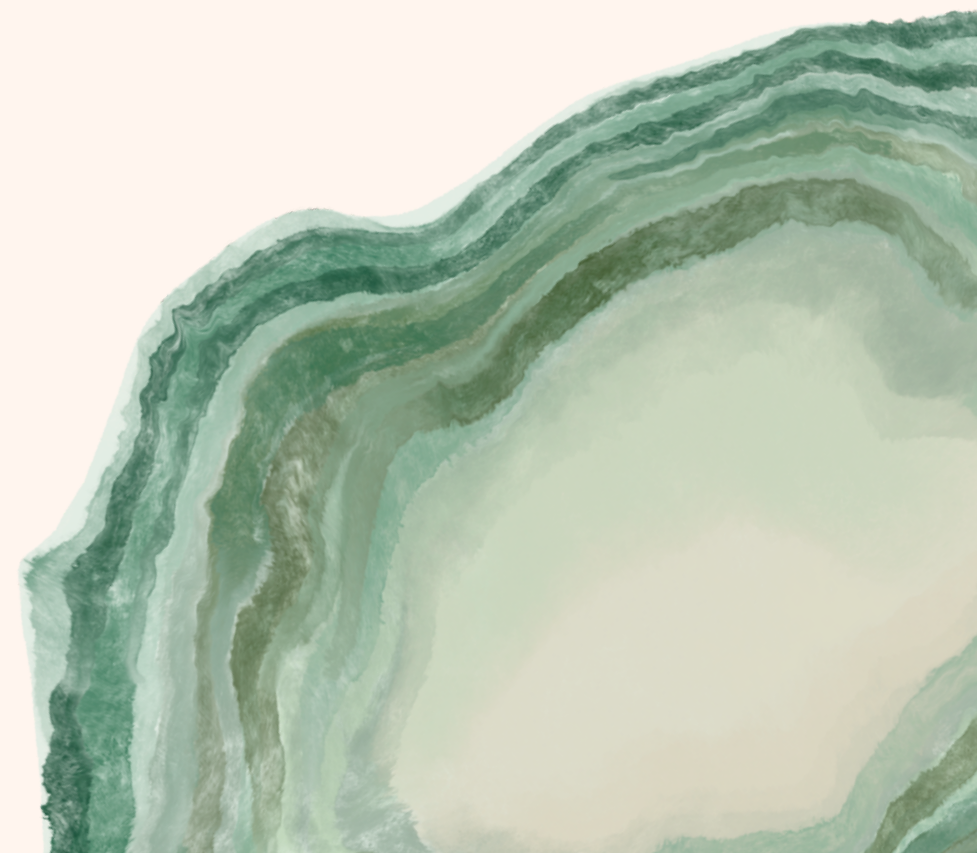
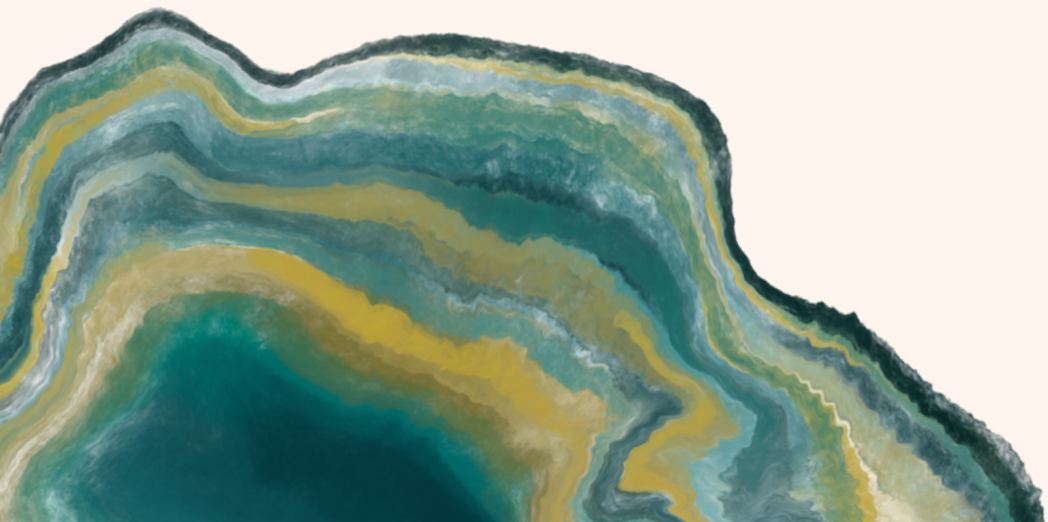
Camila Alcoholado

Paloma Ojeda

Matías Espinoza

Lucas Sanhueza

Juan Francisco Ríos



Calendario tentativo V5

Semana		Tema
1	07/08 - 13/08	
2	14/08 - 20/08	Auxiliar 1: Minerales y propiedades diagnósticas
3	21/08 - 27/08	Auxiliar 2: Alteración hidrotermal y mineralogía de mena
4	28/08 - 03/09	Auxiliar 3: Alteración Potásica y Calco sódica / CL 1
5	04/09 - 10/09	Terreno Geología de Campo I
-	11/09 - 17/09	Receso
6	18/09 - 24/09	Auxiliar 4: Alteración Propilítica y Fílica
7	25/09 - 01/10	Auxiliar 5: Alteración Argílica
8	02/10 - 08/10	Auxiliar 6: Pórfidos y Brechas Vetillas / CL 2
9	09/10 - 15/10	Auxiliar 7: IOCG - IOA
10	16/10 - 22/10	Control 1
11	23/10 - 29/10	Auxiliar 8: Estratoligados y Sondajes
-	30/10 - 05/11	Receso
12	06/11 - 12/11	Terreno Volcanología Física
13	13/11 - 19/11	Terreno Geología de Campo I
14	20/11 - 26/11	Auxiliar 10: Supérgenos y Epitermales / CL 3
15	27/11 - 03/12	Fin del Semestre / Tarea Sondajes y Depósitos

Resumiremos:

IOCG - IOA

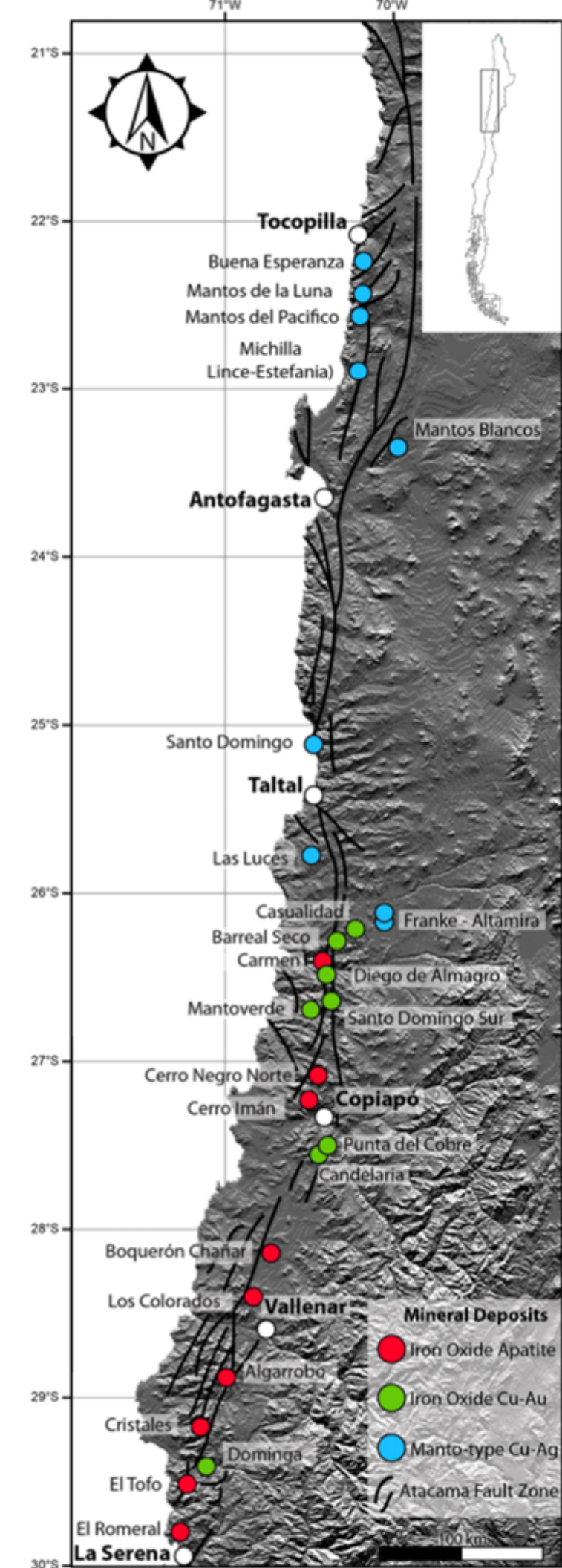
Los IOCG son un grupo de yacimientos no tan bien definidos que se caracterizan por tener FeOx.

Se explotan por Cu, con Au como subproducto pero puede contener Co, U, REE, Mo, Zn, Ag.

Ricos en:

- Hematita especular (Fe_2O_3)
- Magnetita ($\text{Fe}_3\text{O}_4 = \text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)

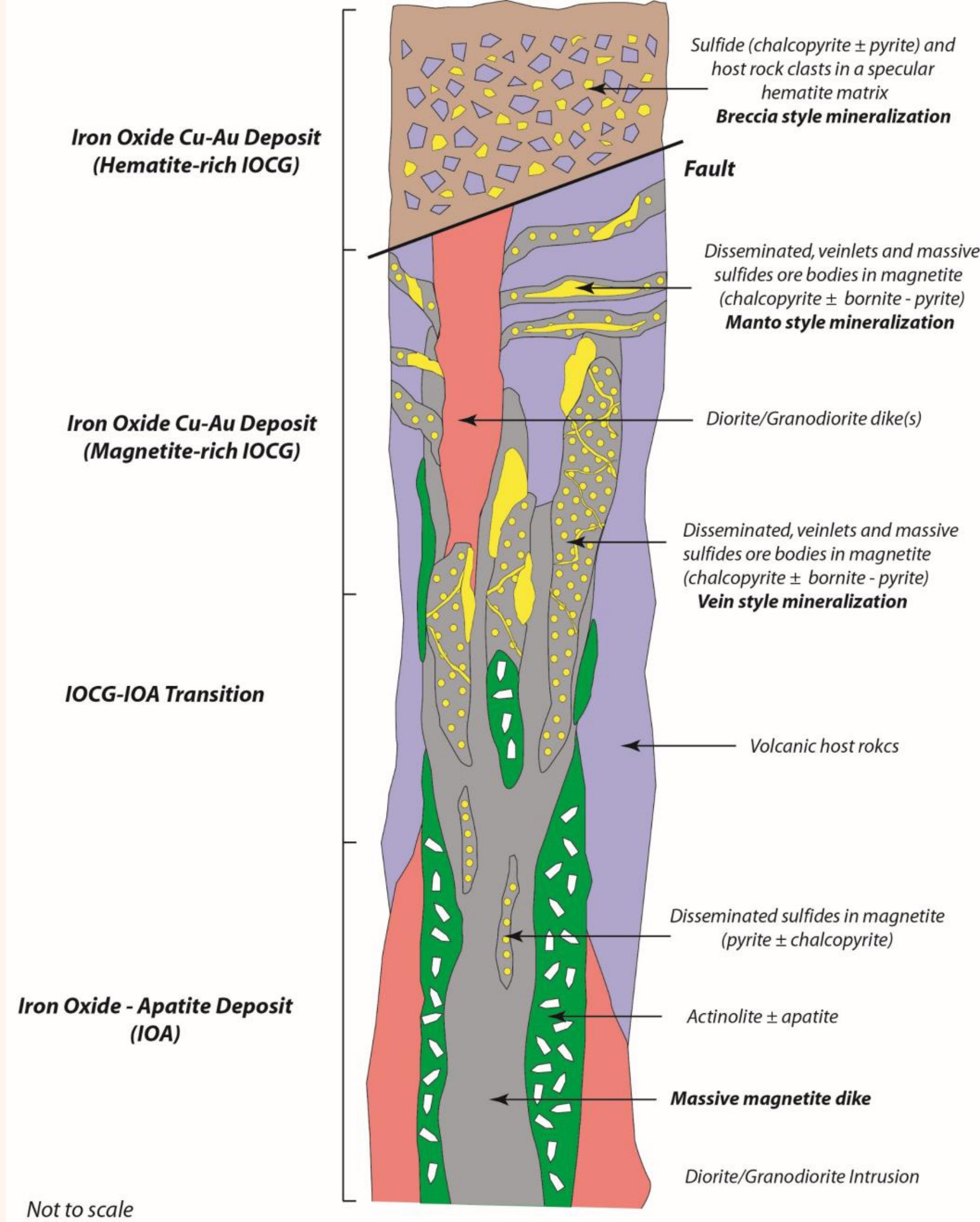
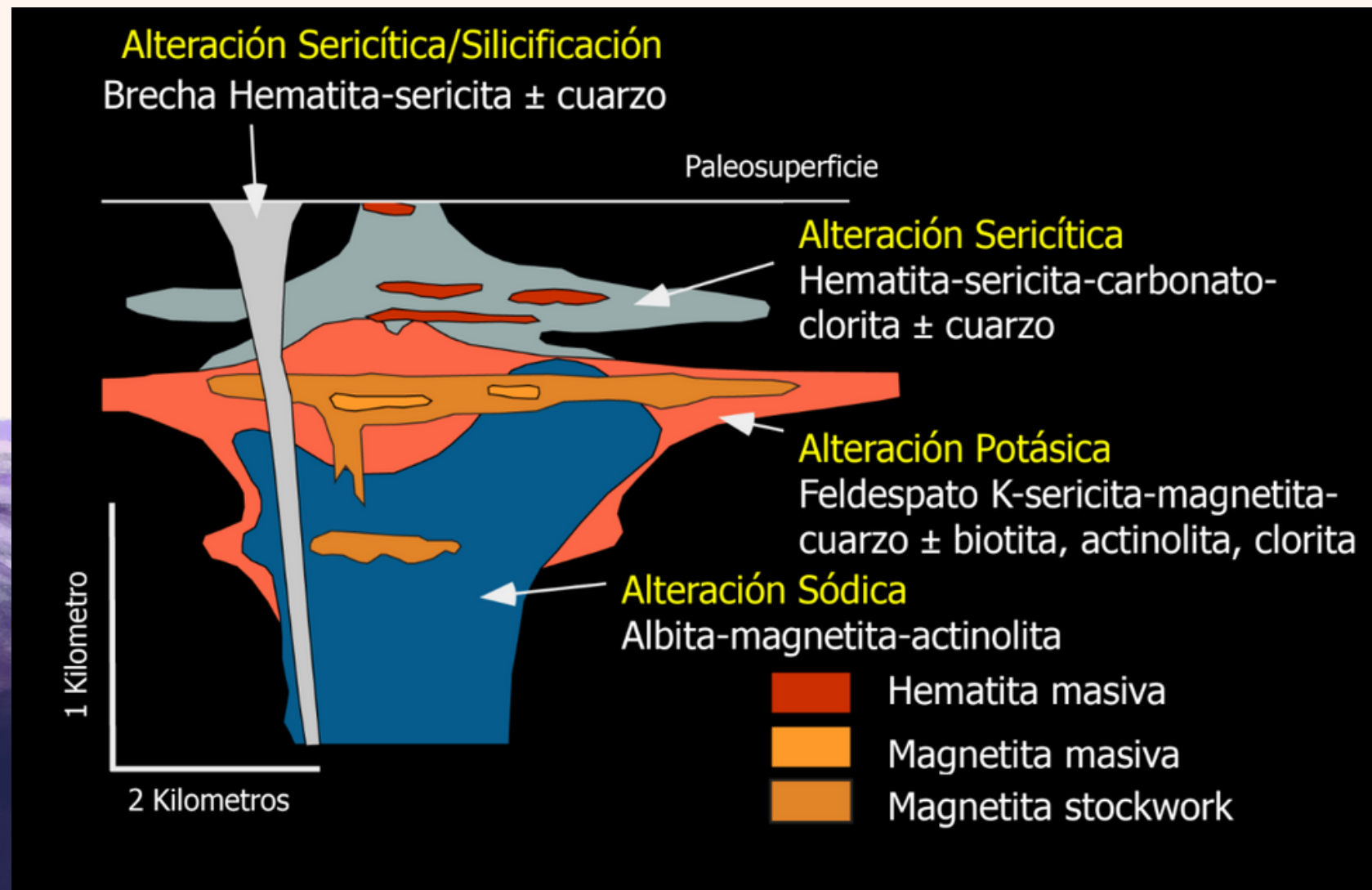
En Chile se encuentran principalmente en la franja ferrífera de la Cordillera de la Costa, con edades entre 170 - 110 Ma.



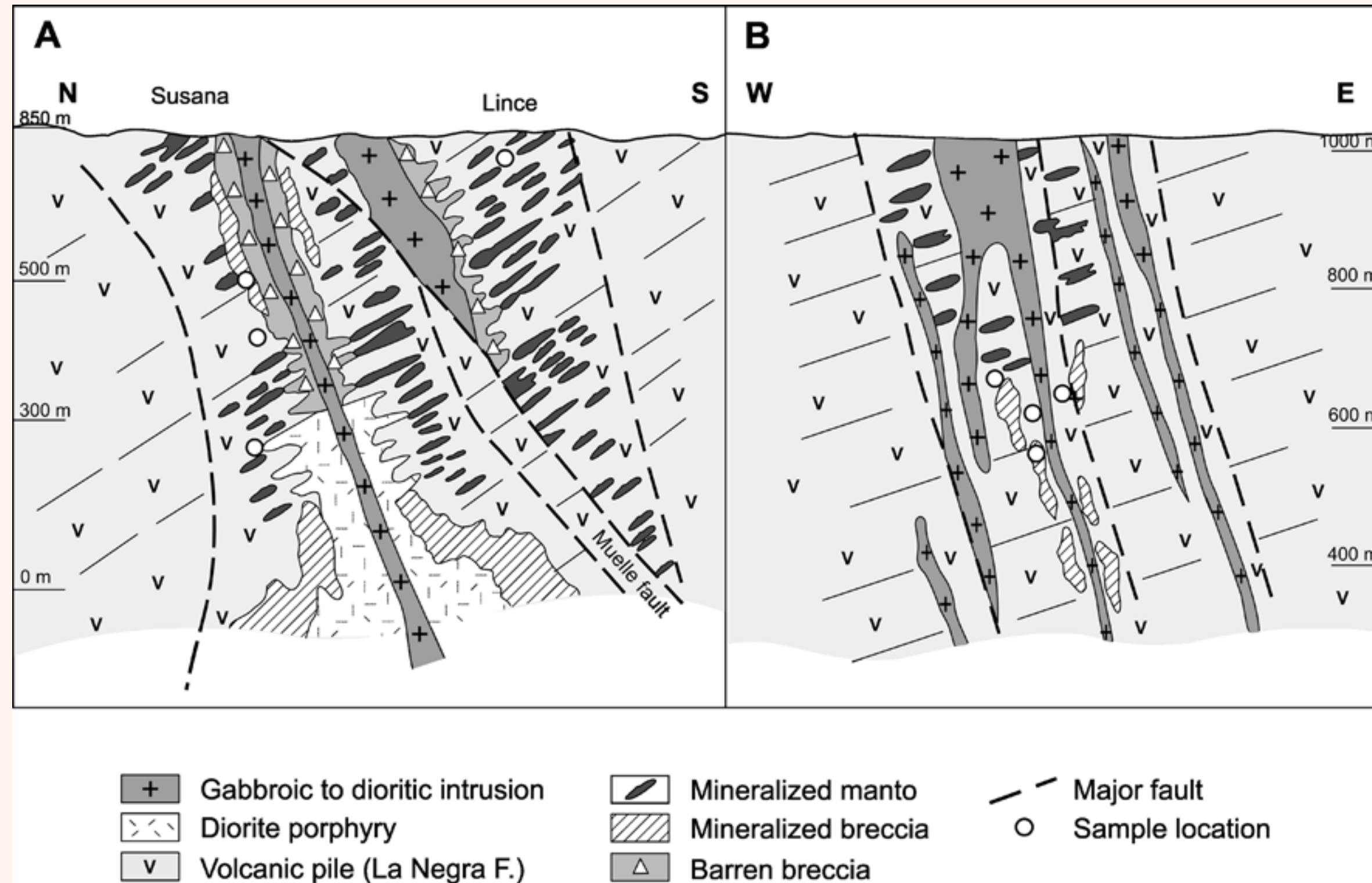
Recapitulamos:

IOCG - IOA

Con una zonación en alteraciones y mineralización.



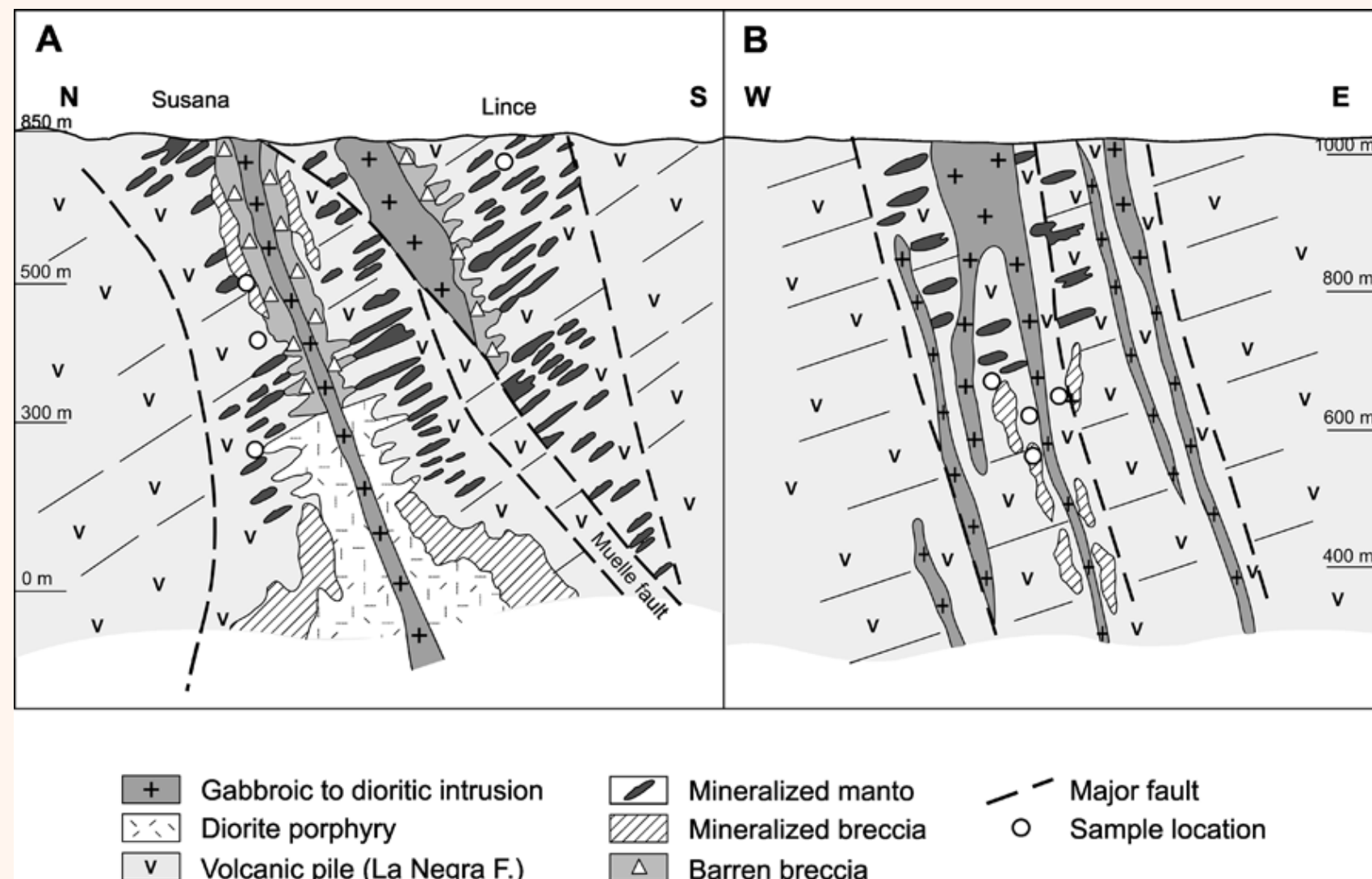
Estratoligados de Cu-Ag



Kojima (2003)

Estratoligados de Cu-Ag

Los depósitos Estratoligados de Cu-Ag, o también llamados tipo “Manto”, son depósitos de Cu y representan la 3ra fuente principal de Cu para el país. Corresponden a cuerpos subhorizontales tipo manto o a cuerpos de brecha y veta con mineralización de sulfuros de cobre.



Kojima (2003)

¿Estratoligados?

Son depósitos donde la mineralización está asociada (o limitada) a estratos específicos. Forman “mantos mineralizados”

Algunos de los principales exponentes en el país son:

- El Soldado
- Talcuna
- Michilla

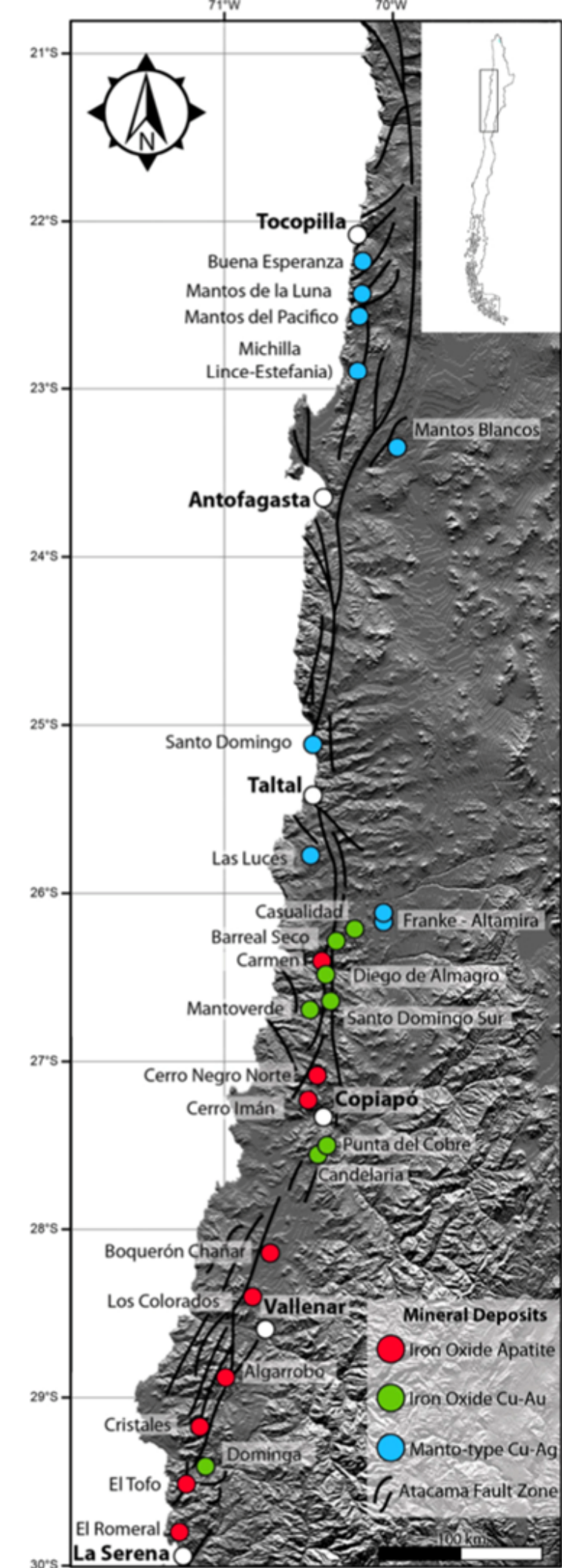
Generalidades

Comúnmente asociados, limitados y hospedados en secuencias de rocas volcánicas (lavas o sedimentos volcánicos) y por lo general asociados a intrusivos. Desarrollados en un ambiente extensional.

Tienden a ser depósitos de alta ley (sulfuros ricos en Cu como Calcosina-Covelina)

Se encuentran en dos franjas:

- **Zona Norte** (Cordillera de la Costa en Arica – Iquique y Tocopilla – Taltal)
 - Edad: **Jurásico**
 - Roca caja: Andesitas
 - Asociados a la Zona de Falla de Atacama (junto a los IOCG-IOA)
- **Zona centro - Norte chico** (Copiapó, La Serena, Santiago)
 - Edad: **Cretácico Temprano**
 - Roca caja: Secuencias volcano-sedimentarias
 - **Mineralización asociada a bitumen**



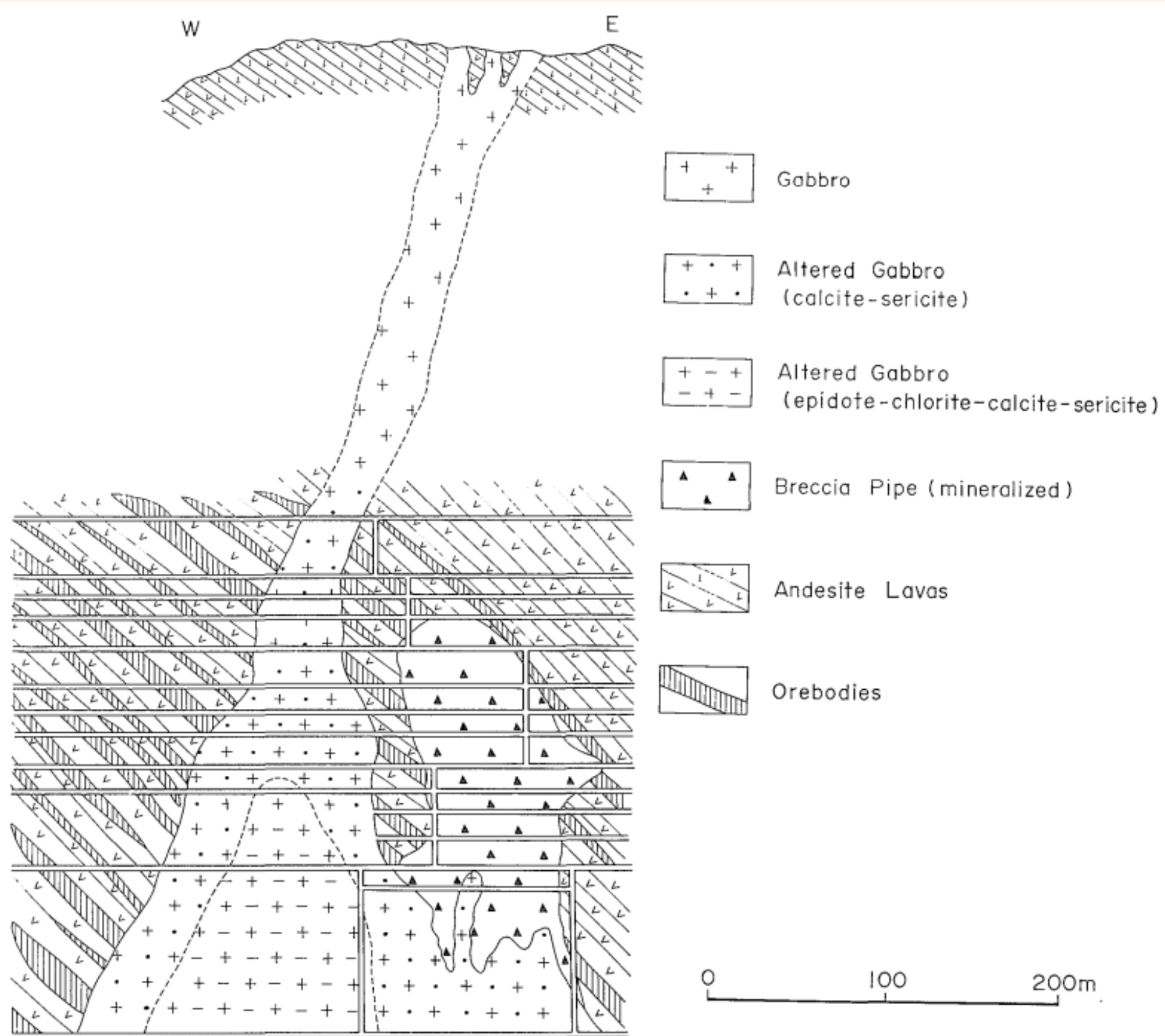


Fig. 3 W-E cross section of the Buena Esperanza deposit (PALACIOS and DEFINIS, 1981).

Sato (1984)

Alteraciones

Se reconoce a grandes rasgos una zonación de alteraciones de la siguiente forma (Sato, 1984; Kojima, 2009):

- **Alteración Sódica extensa:**
Albitización
- Seguida de una alteración Sódica, con **Epidota, Calcita, Clorita, Sericita, Actinolita y Cuarzo.**

Mineralización

Se presenta en 3 estilos:

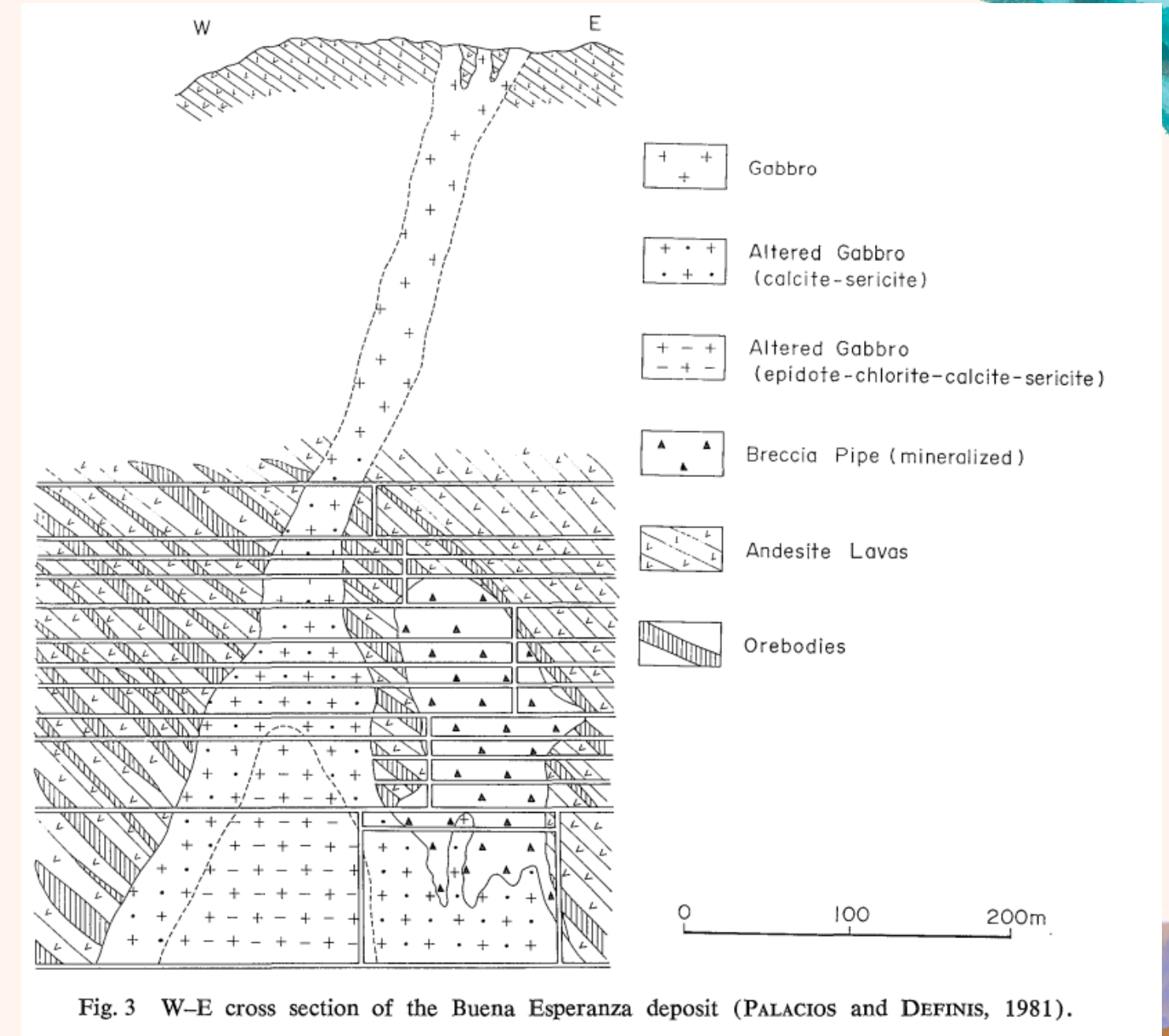
- **Diseminados**
- **Amigdalas**
- **Vetillas / stockwork**

Existen 3 tipos:

- Cuerpos mineralizados estratoligados (**mantos**)
- Cuerpos tabulares “apilados”?
- Cuerpos pseudoestratiformes (ej. El Soldado)

Mineralización en etapas:

- 1. **Calcosina - Digenita - Bornita** (Zona Norte) o Calcopirita (Zona central)
- 2. **Enriquecimiento secundario** (Calcosina - Covelina)
- 3. **Evento de oxidación** (Atacamita - Crisocola - etc.)



Sato (1984)

Mineralización

Se presenta en 3 estilos:

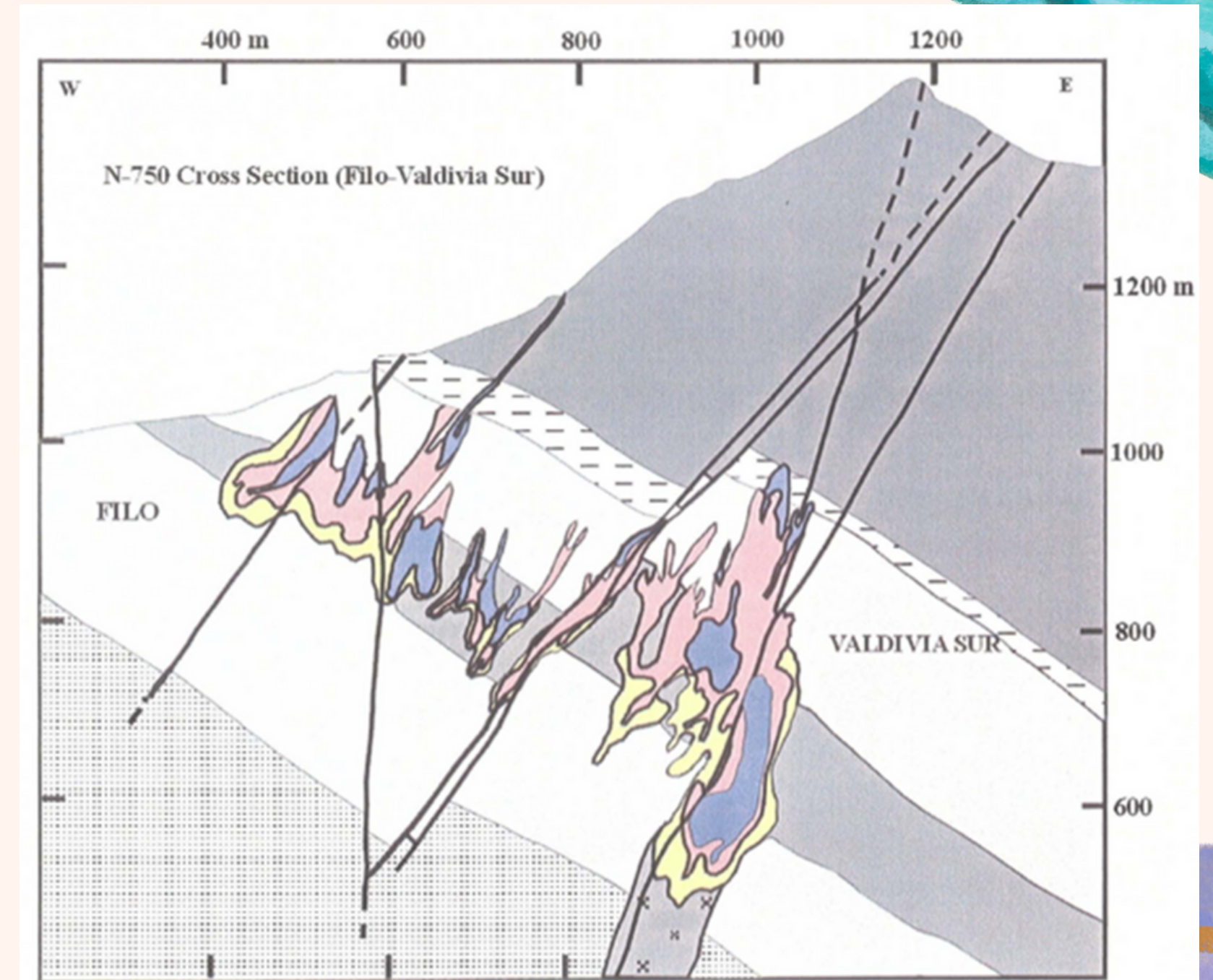
- Diseminados
- Amigdalas
- Vetillas / stockwork

Existen 3 tipos:

- Cuerpos mineralizados estratoligados (**mantos**)
- Cuerpos tabulares “apilados”?
- Cuerpos pseudoestratiformes (ej. El Soldado)

Mineralización en etapas:

1. **Calcosina - Digenita - Bornita** (Zona Norte) o Calcopirita (Zona central)
2. **Enriquecimiento secundario** (Calcosina - Covelina)
3. **Evento de oxidación** (Atacamita - Crisocola - etc.)



Modelo de El Soldado

Mineralización

Se presenta en 3 estilos:

- Diseminados
- Amigdalas
- Vetillas / stockwork

Existen 3 tipos:

- Cuerpos mineralizados estratoligados (mantos)
- Cuerpos tabulares “apilados”?
- Cuerpos pseudoestratiformes (ej. El Soldado)

Mineralización en etapas:

- 1. **Calcosina - Digenita - Bornita** (Zona Norte) o Calcopirita (Zona central)
- 2. **Enriquecimiento secundario** (Calcosina - Covelina)
- 3. **Evento de oxidación** (Atacamita - Crisocola - etc.)

Mineral	Primary hydrothermal stage		Secondary enrichment stage	Oxide alteration stage
	Early substage	Main substage		
Albite	—————	—————		
Sericite	—————	—————		
Epidote	-----	-----		
Chlorite	-----	—————		
Quartz	—————	—————		
Calcite	-----	Susana - Lince	Mantos de La Luna	
Gypsum				-----
Pyrite	—————			
Magnetite	—————			
Chalcopyrite	-----	-----		
Bornite		-----	(Djurleite)	
Chalcocite		-----		
Digenite		-----		
Native copper		Susana - Lince		
Native silver		Susana - Lince		
Covellite			-----	Buena Vista
Hematite				
Atacamite				-----
Chrysocolla				-----
Cuprite				-----
Copper wad				-----
Goethite				-----

Secuencia paragenética de depósitos de la zona norte
Kojima et al. (2003)

Modelo genético

Aun hay debate en su origen, principalmente asociado a la influencia de los hidrocarburos de la zona central y fuente de los metales.

1. **Modelo singenético:** La mineralización se genera con las rocas volcánicas.

a. Ventaja: Explica formas estratoligadas

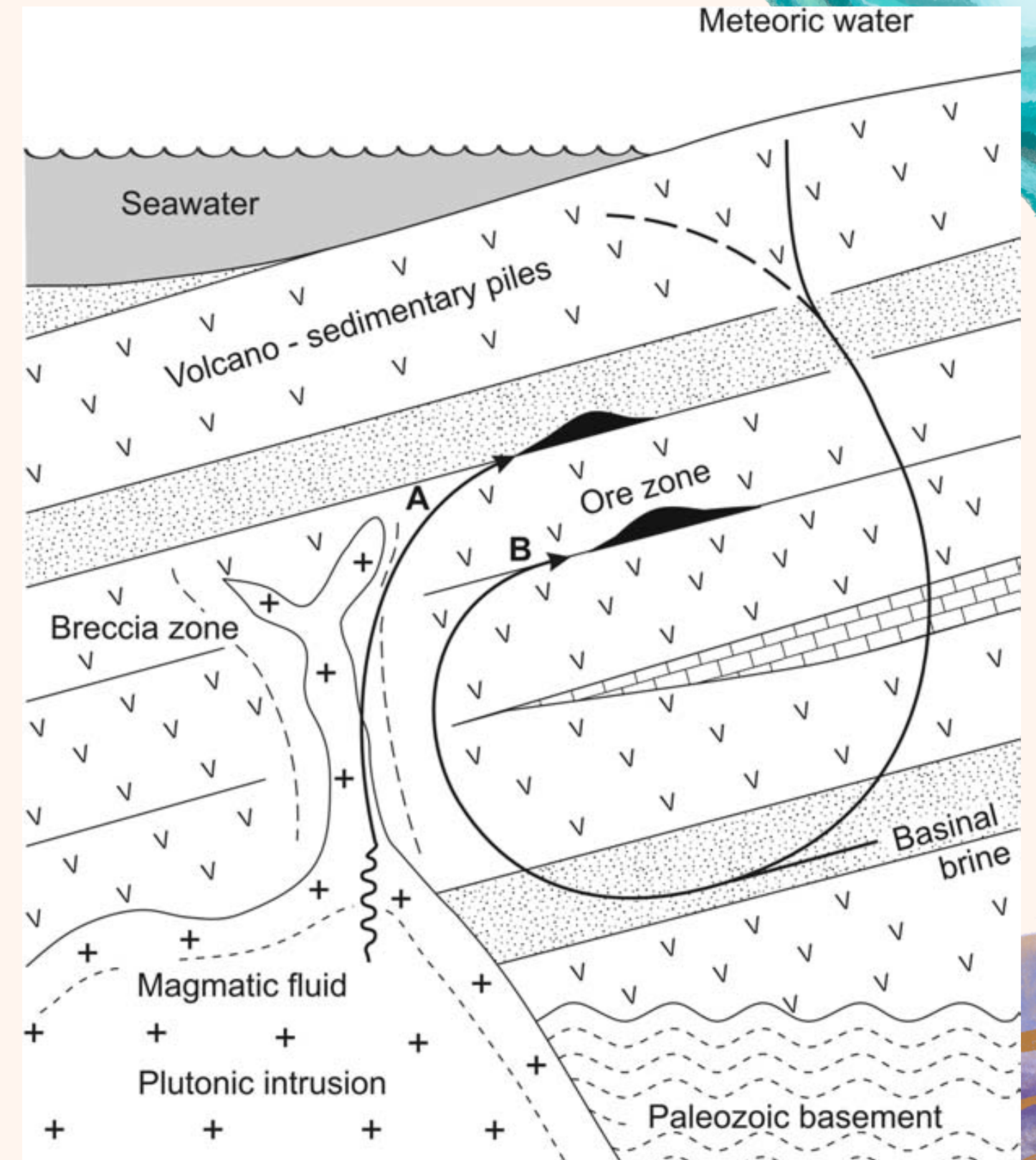
b. Desventaja: Edad de la mineralización posterior

2. **Modelo epigenético con fluidos de origen plutónico**

a. Ventaja: Fuerte relación espacial con intrusivos

3. **Modelo epigenético con fluidos de origen meteórico y sedimentario**

a. Ventaja: Evidencia isotópica. Roca caja enriquecida en Cu. Rocas caja alteradas empobrecidas en Cu (lixiviadas?)



Modelo de Kojima et al. (2009)

Modelo genético

Aun hay debate en su origen, principalmente asociado a la influencia de los hidrocarburos de la zona central y fuente de los metales.

1. **Modelo singenético:** La mineralización se genera con las rocas volcánicas.

a. Ventaja: Explica formas estratoligadas

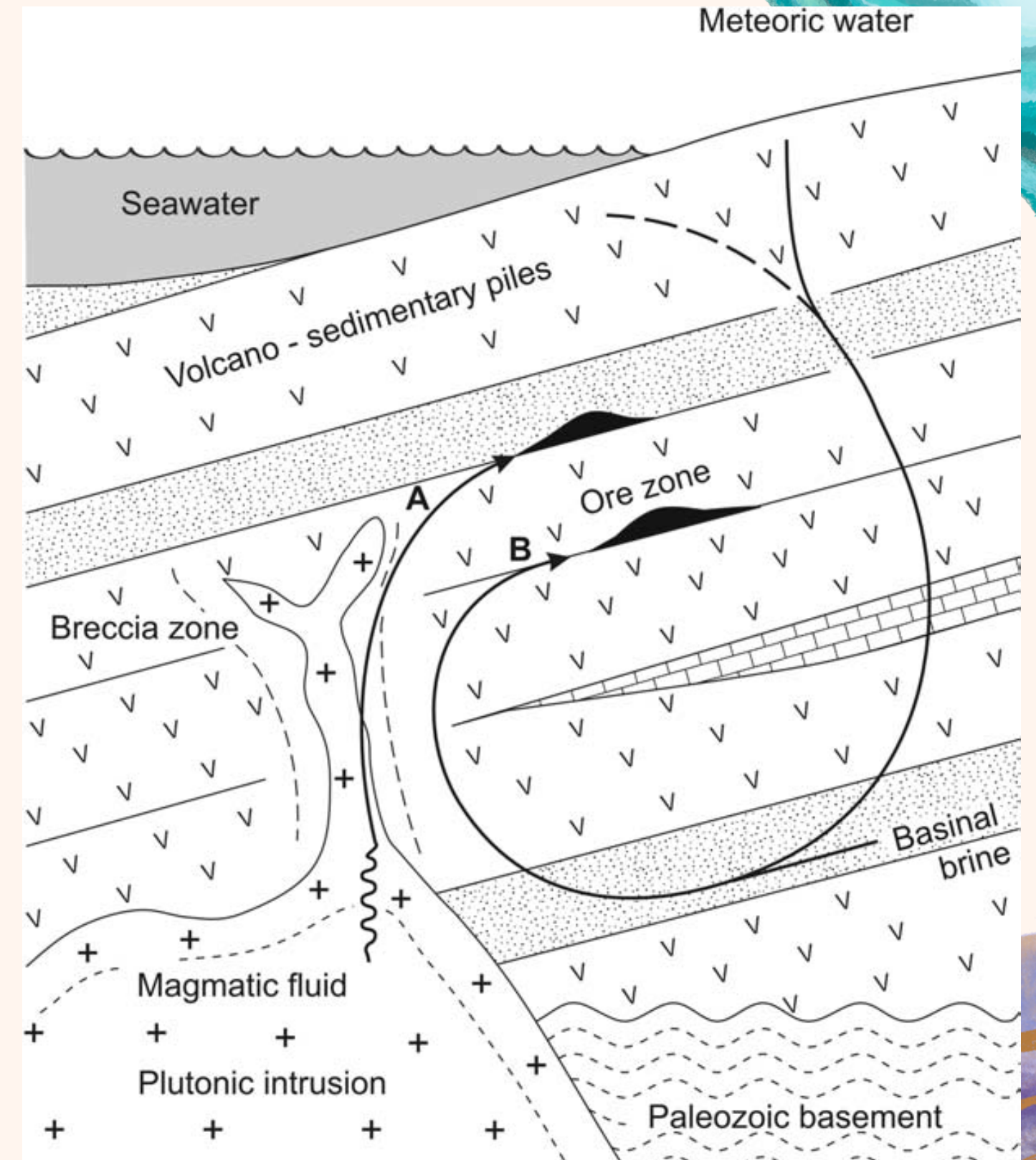
b. Desventaja: Edad de la mineralización posterior

2. **Modelo epigenético con fluidos de origen plutónico**

a. Ventaja: Fuerte relación espacial con intrusivos

3. **Modelo epigenético con fluidos de origen meteórico y sedimentario**

a. Ventaja: Evidencia isotópica. Roca caja enriquecida en Cu. Rocas caja alteradas empobrecidas en Cu (lixiviadas?)



Modelo de Kojima et al. (2009)

Modelo genético

Aun hay debate en su origen, principalmente asociado a la influencia de los hidrocarburos de la zona central y fuente de los metales.

1. **Modelo singenético:** La mineralización se genera con las rocas volcánicas.

a. Ventaja: Explica formas estratoligadas

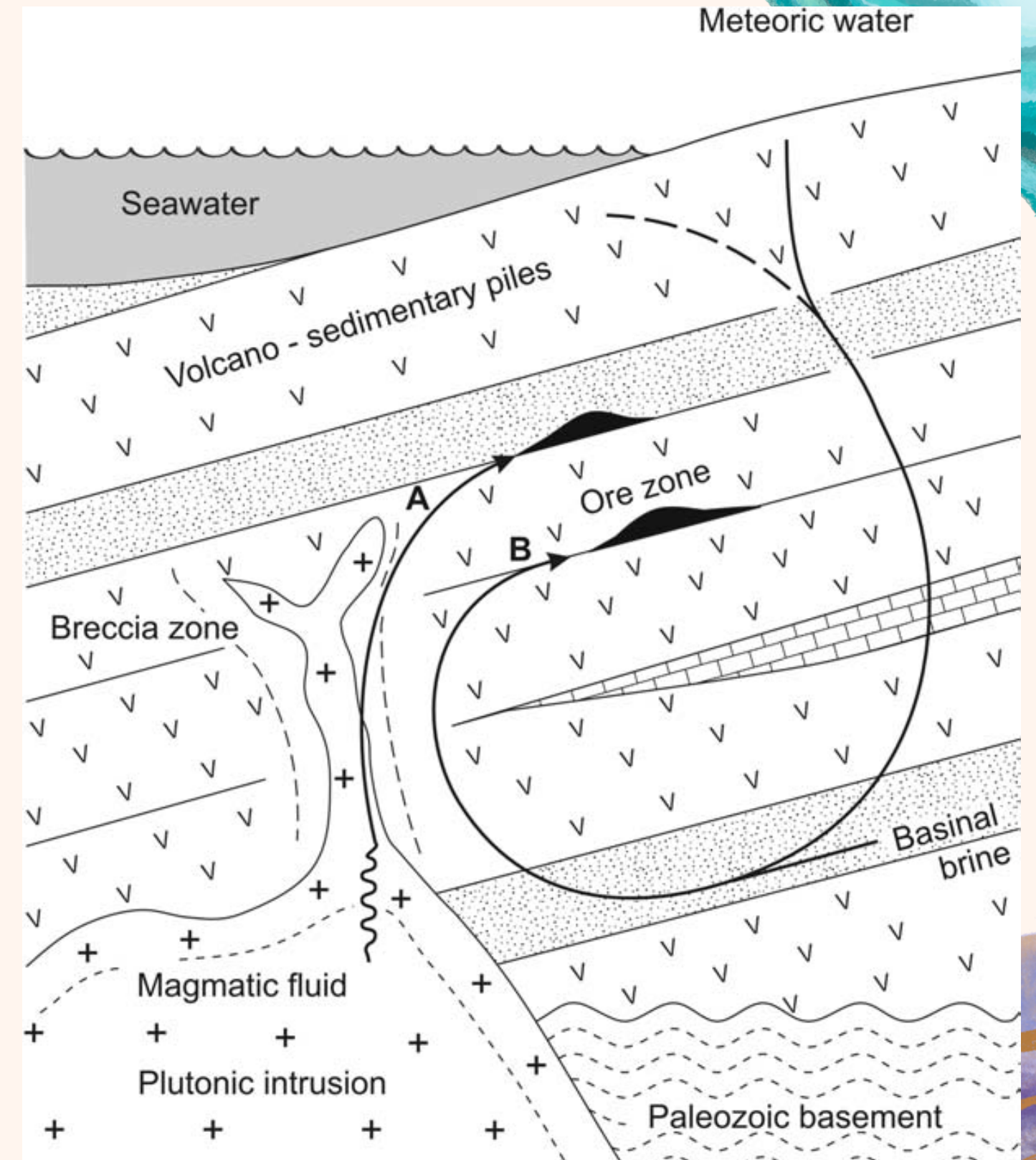
b. Desventaja: Edad de la mineralización posterior

2. **Modelo epigenético con fluidos de origen plutónico**

a. Ventaja: Fuerte relación espacial con intrusivos

3. **Modelo epigenético con fluidos de origen meteórico y sedimentario**

a. Ventaja: Evidencia isotópica. Roca caja enriquecida en Cu. Rocas caja alteradas empobrecidas en Cu (lixiviadas?)



Modelo de Kojima et al. (2009)

Actividad 8: Descripción de Muestras

Para la descripción de muestras asociadas a yacimientos se estudian 3 secciones:

Litología

En esta sección se evalúa la roca previa a la alteración y mineralización.

En caso de no ser posible debido a lo intenso de la alteración, se considera una roca de textura obliterada.

- Tipo de roca
- Mineralogía primaria
- Textura
- Nombre de la roca

Alteración

Minerales

Intensidad: % de la roca alterada.

- Débil: % menor
- Pervasiva (penetrativa):
Altera gran parte de la roca.
- Selectiva: Solo altera ciertos minerales.

Mineralización

Minerales: Todos los minerales metálicos.

Estilo de mineralización:

- Pátina
- Masivo
- Diseminado
- Cúmulos
- Rellenando espacios

Porcentaje de la roca.

Actividad 8: Descripción de Muestras

En caso de que encuentren estructuras como vetas, vetillas, amígdalas y brechización, es necesario describirlo. Por ahora, si se topan vetas o vetillas describanlas de la siguiente forma:

Vetas

Diámetro o espesor

Relleno

Forma: Recta o curva.

Continuidad: Continua o discontinua.

Halo de alteración:

- Tiene o no
- Espesor
- Alteración

Clasificación: EB, M, A, B o D.

Brechas

Fragmentos: Mono- o polimícticos. Litología, %, alteraciones, etc.

Forma de los fragmentos: Redondez, angularidad, etc.

Matriz: %, mineral que lo constituye (ie. turmalina, cuarzo, alunita, pirita, etc.)

Cavidades u oquedades: %, forma y relleno.

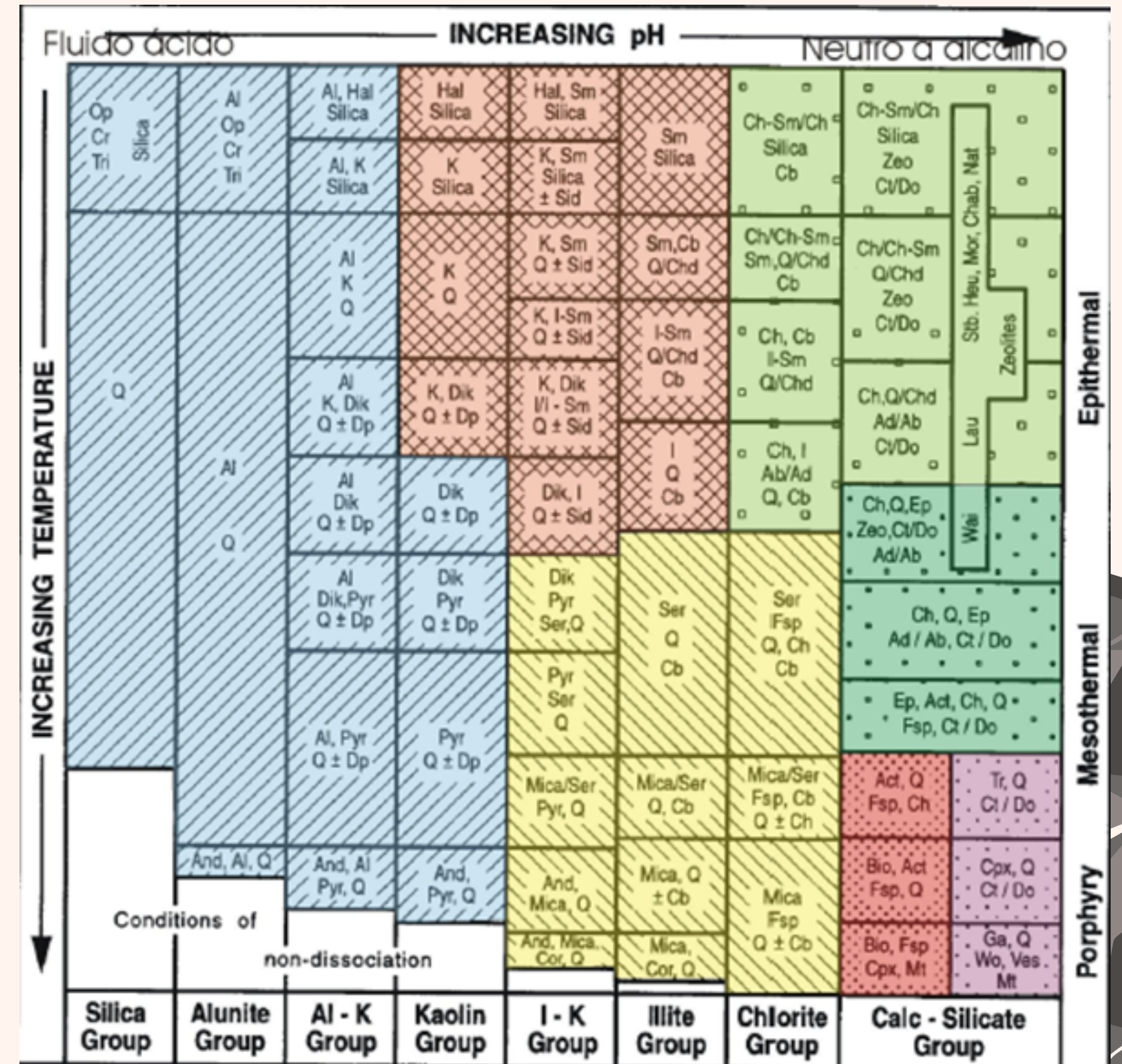
Alteración: Asociación mineral, condiciones de T y pH.



Actividad 8: Interpretación de Muestras

Interprete la muestra descrita utilizando la información de los minerales de alteración y estructuras:

- Clasifique el tipo de alteración/es
- Interprete las condiciones y ambiente de formación de dicha alteración (T°, pH y profundidad)
- Temporalidad de eventos
- Reacciones que se puedan reconocer
- Tipo de depósito



Introducción a Yacimientos Minerales

Auxiliar 8: Estratoligados de Cu-Ag

GL4401 - Primavera

Profesor: Brian Townley

Auxiliar: Nicolás Barahona

Ayudantes: Diego Mora y Blas Álvarez

