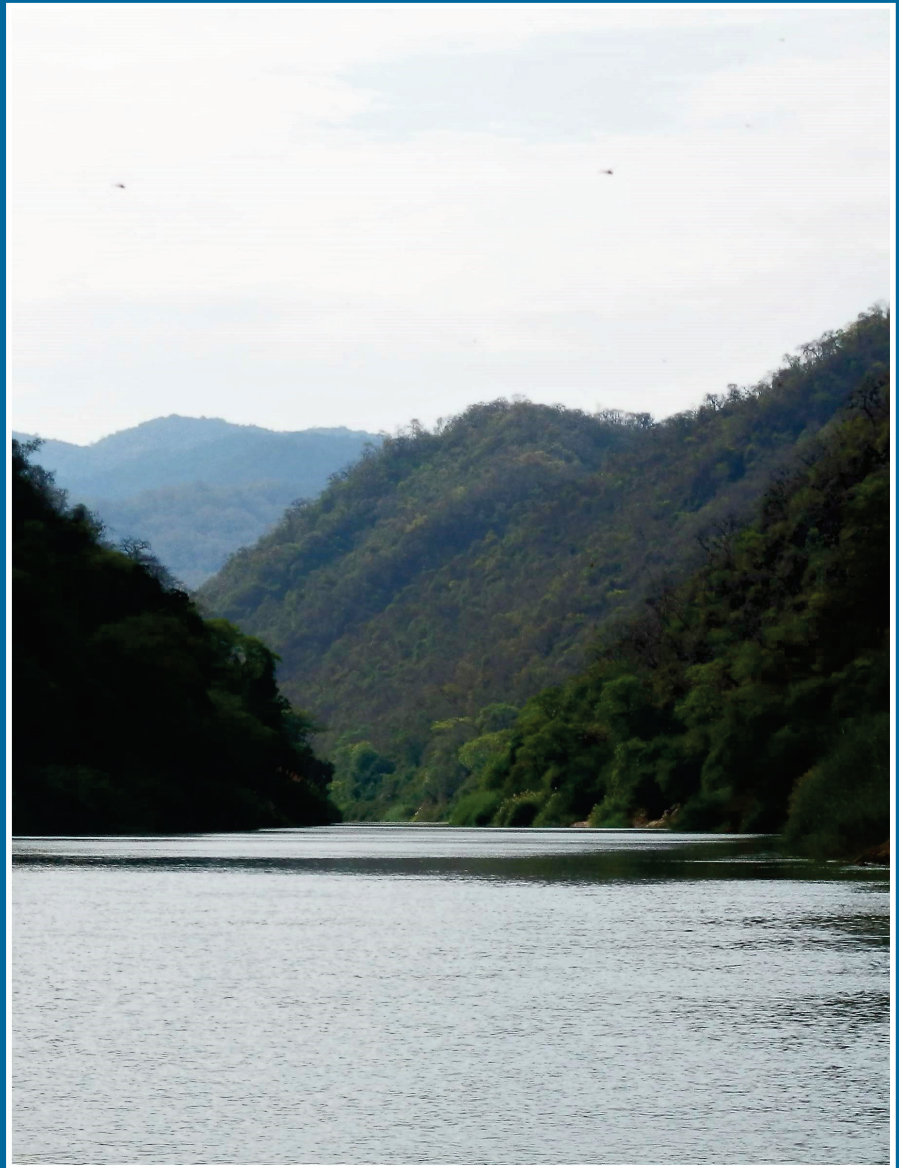


INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica  
N° 77



**Prospección geoquímica regional de  
sedimentos de quebrada al norte del  
paralelo 6°00' latitud sur - Cuencas de la  
vertiente Pacífica**

**Lima, Perú  
2022**





**INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica  
N° 77**

# **Prospección geoquímica regional de sedimentos de quebrada al norte del paralelo 6°00' latitud sur - Cuencas de la vertiente pacífica**

**Dirección de Recursos Minerales y Energéticos**

## **Equipo de Investigación:**

**Luis Vargas Rodríguez  
Jorge Chira Fernández  
César De La Cruz Poma  
Chrystian Pajares Terrones  
Víctor Perez Tarrillo  
Paul Aguilar Julca  
David Castañeda Salazar  
Eder Tacuche López  
Oliberth Pascual Godoy  
Josue Vargas Guevara**

**Lima, Perú  
2022**

INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica  
N° 77

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-01038

Nombre del autor(es). "Esta es una obra colectiva"

Razón Social: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)  
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima, Perú  
Primera Edición, INGEMMET 2022  
Se terminó de imprimir el 4 de febrero 2022 en los talleres del INGEMMET

Tiraje: 25

### © INGEMMET

Presidente Ejecutivo: Víctor Manuel Díaz Yosa.

Gerente General: Luis Panizo Uriarte.

Comité Editor: Jorge Chira Fernández, Yorri Carrasco Pinares.

#### **Dirección encargada del estudio**

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos: Jorge Chira Fernández.

#### **Unidad encargada de edición**

Unidad de Relaciones Institucionales: Yorri Carrasco Pinares.

**Revisión Técnica:** Jorge Chira Fernández.

**Revisor Externo:** César Vilca Neira.

Corrección gramatical y de estilo: Benjamín Caballero Pacheco.

Diagramación: Erick Rodríguez Zelada.

Fotografía de la carátula: Bosque seco de montaña en ambas márgenes del río Tumbes en la localidad de Bocana Carrillo, departamento de Tumbes, vista al SE.

#### **Referencia bibliográfica**

Vargas, L.; Chira, J.; De La Cruz, C.; Pajares, C.; Perez, V.; Aguilar, P.; Castañeda, D.; Tacuche, E.; Pascual, O. & Vargas, J. (2022) - Prospección geoquímica regional de sedimentos de quebrada al norte del paralelo 6°00' latitud sur - cuencas de la vertiente pacífica. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 77*, 186 p., 21 mapas.

Publicación disponible en libre acceso en el Repositorio Institucional del INGEMMET. La utilización, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original ya sea contenida en medio impreso o digital (<https://repositorio.ingemmet.gob.pe>).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen, son de exclusiva responsabilidad del equipo de investigación.

## Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>13</b>
GENERALIDADES.....	13
1.1 UBICACIÓN .....	13
1.2 CLIMA .....	13
1.2.1 Clima lluvioso, semifrío y húmedo .....	13
1.2.2 Clima lluvioso, templado y húmedo .....	13
1.2.3 Clima árido, cálido y húmedo.....	13
1.2.4 Clima árido, semicálido y húmedo .....	13
1.3 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS .....	13
1.3.1 Cordillera de la Costa .....	13
1.3.2 Llanuras y depresiones costaneras .....	14
1.3.3 Cordillera Occidental .....	14
1.4 HIDROGRAFÍA .....	18
1.4.1 Cuenca del río Chira .....	18
1.4.2 Cuenca del río Tumbes .....	18
1.4.3 Cuenca del río Zarumilla .....	18
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>21</b>
ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES .....	21
2.1 COMUNICACIÓN E INTERRELACIÓN CON LAS COMUNIDADES .....	22
2.1.1 Trabajo con autoridades .....	22
2.2 CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES GENERADOS POR LA MINERÍA INFORMAL .....	24
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>27</b>
MARCO GEOLÓGICO.....	27
3.1 DOMINIOS LITOESTRATIGRÁFICOS .....	27
3.1.1 Metamórficos del Paleozoico .....	27
3.1.2 Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico .....	32
3.1.3 Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico inferior .....	33
3.1.4 Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior .....	33
3.1.5 Volcánico - sedimentarios del Cretácico .....	34
3.1.6 Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior .....	36
3.1.7 Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno.....	39
3.1.8 Volcánicos del Neógeno.....	45
3.1.9 Depósitos cuaternarios .....	45
3.2 ROCAS ÍGNEAS.....	46
3.2.1 Intrusivos del Paleozoico-Triásico.....	46
3.2.2 Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno .....	49

<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>55</b>
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	55
4.1 RASGOS TECTÓNICOS REGIONALES.....	55
4.1.1 Zona de horst y grabens (zona noroccidental).....	55
4.1.2 Zona de altos estructurales (macizos paleozoicos).....	59
4.1.3 Zona de pliegues y fallas (deflexión de Huancabamba).....	63
4.1.4 Zona de extensas llanuras (zona meridional).....	66
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>67</b>
GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	67
5.1 ASPECTOS METALOGENÉTICOS.....	67
5.2 ÉPOCAS METALOGENÉTICAS.....	67
5.2.1 Época metalogenética del Cretácico.....	67
5.2.2 Época metalogenética del Neógeno.....	67
5.3 PROVINCIAS METALOGENÉTICAS.....	67
5.3.1 Gran provincia metalogenética Andina Occidental.....	67
5.4 FRANJAS METALOGENÉTICAS.....	68
5.4.1 Franja III depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico.....	68
5.4.2 Franja VII de sulfuros masivos volcánogénicos de Cu-Zn-Au del Albiano.....	68
5.4.3 Franja X de pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior.....	68
5.4.4 Franja XI de sulfuros masivos volcánogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno.....	70
5.4.5 Franja XII de epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno.....	70
5.4.6 Franja XX de pórfidos de Cu-Mo-Au, skarns de Pb-Zn-Cu-Ag y depósitos polimetálicos relacionados con intrusiones del Mioceno.....	70
5.4.7 Franja XXI-A de epitermales de Au-Ag hospedados en rocas volcánicas.....	70
5.4.8 Otras zonas metalogenéticas de interés.....	70
5.5 CLASIFICACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN METÁLICA.....	72
5.6 UNIDADES GEOLÓGICAS POTENCIALMENTE PROSPECTIVAS.....	72
5.6.1 Unidades metamórficas.....	72
5.6.2 Unidades sedimentarias.....	72
5.6.3 Unidades volcánicas.....	73
5.6.4 Unidades intrusivas.....	73
5.6.5 Unidades cuaternarias aluviales.....	73
5.7 DOMINIOS METALOGENÉTICOS PROPUESTOS.....	73
5.7.1 Volcánicos del Neógeno.....	73
5.7.2 Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno (Cu, Au, Zn, Pb y Mo).....	73
5.7.3 Volcánicos-sedimentarios del Cretácico (Pb, Zn, Cu, Au, Ag y Fe).....	74
5.7.4 Metamórficos del Precámbrico y Paleozoico (Au-cuarzo y U).....	74
5.7.5 Depósitos cuaternarios (Au y Ti).....	74
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>77</b>
PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA.....	77
6.1 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS.....	78
6.1.1 Distribución del potencial de hidrógeno (pH).....	78
6.1.2 Distribución de la conductividad eléctrica (CE).....	78
6.2 DISTRIBUCIÓN GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS.....	78
6.2.1 Distribución geoquímica del antimonio.....	78
6.2.2 Distribución geoquímica del arsénico.....	81
6.2.3 Distribución geoquímica del bario.....	83
6.2.4 Distribución geoquímica del cadmio.....	85

6.2.5	Distribución geoquímica del cobalto .....	87
6.2.6	Distribución geoquímica del cobre .....	89
6.2.7	Distribución geoquímica del cromo .....	91
6.2.8	Distribución geoquímica del manganeso .....	93
6.2.9	Distribución geoquímica del mercurio .....	95
6.2.10	Distribución geoquímica del molibdeno .....	97
6.2.11	Distribución geoquímica del níquel .....	99
6.2.12	Distribución geoquímica del oro.....	101
6.2.13	Distribución geoquímica de la plata .....	103
6.2.14	Distribución geoquímica del plomo .....	105
6.2.15	Distribución geoquímica del uranio .....	107
6.2.16	Distribución geoquímica del vanadio .....	109
6.2.17	Distribución geoquímica del wolframio.....	111
6.2.18	Distribución geoquímica del zinc.....	113
6.3	CORRELACIONES BIVARIADAS.....	115
6.3.1	Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico .....	115
6.3.2	Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico.....	116
6.3.3	Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades volcánicas sedimentarias del Cretácico .....	117
6.3.4	Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior .....	117
6.3.5	Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno .....	118
6.3.6	Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico .....	118
6.3.7	Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno....	119
6.4	ASOCIACIONES MULTIVARIABLES.....	119
6.4.1	Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico .....	120
6.4.2	Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico.....	121
6.4.3	Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades volcánicas sedimentarias del Cretácico .....	122
6.4.4	Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior .....	123
6.4.5	Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno .....	124
6.4.6	Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico .....	125
6.4.7	Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno....	126
6.5	ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS Y ELEMENTOS GUÍAS.....	127
6.5.1	Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico .....	127
6.5.2	Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico .....	127
6.5.3	Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico inferior .....	128
6.5.4	Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades volcánico sedimentarias del Cretácico .....	129
6.5.5	Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior .....	130
6.5.6	Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno .....	131
6.5.7	Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de intrusivos del Paleozoico-Triásico .....	131
6.5.8	Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno.....	132

CONCLUSIONES.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
ANEXOS .....	139
RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES .....	181



## RESUMEN

Durante los años 2012 y 2014, se desarrolló la prospección geoquímica regional de sedimentos de quebrada al norte del paralelo 6°00' latitud sur en las cuencas hidrográficas de la vertiente Pacífica, correspondientes a los departamentos de Piura y Tumbes.

El área de estudio abarca una extensión aproximada de 19 505 km<sup>2</sup>, cuyo relieve es consecuencia de procesos tectónicos, magmáticos y agentes de erosión. Es así que se identifican tres unidades geomorfológicas: Cordillera de la costa, llanuras y depresiones costaneras y la Cordillera Occidental. La red hidrográfica principal la conforman las cuencas de los ríos Chira, Tumbes y Zarumilla.

Como parte de la metodología empleada, se realizaron trabajos de sensibilización social, los cuales permitieron dar a conocer a las comunidades y sus autoridades, acerca de la misión y objetivos del Ingemmet, como ente rector de la geología nacional. Durante esta etapa de la investigación, se evidenció que la mayoría de los conflictos socioambientales ocurrieron en la región Piura.

El contexto geológico está representado por rocas sedimentarias y metamórficas del Paleozoico, volcánicas, sedimentarias e intrusivas (Batolito de la costa) del Cretácico, además de secuencias sedimentarias del Paleógeno-Neógeno. En este contexto se identificaron 10 dominios litoestratigráficos, de los cuales las unidades más antiguas corresponden a los cerros Amotapes, que limitan a las cuencas sedimentarias Talara y Lancones, en esta última se tienen los principales afloramientos de las unidades intrusivas.

Los rasgos tectónicos regionales denotan una deformación cortical limitada al sur por la deflexión de Huancabamba. Las estructuras más importantes corresponden a los macizos paleozoicos de los Amotapes y la Brea, los altos estructurales de Lobitos y Negritos, la falla Huaypirá y el Arco Olmos Morropón.

Respecto a la geología económica, existen diversas manifestaciones de mineralización metálica hospedada en las formaciones La Bocana y Lancones, donde destacan las vetas circundantes a yacimientos porfiríticos de Cu-Mo. Dicha mineralización se relaciona a unidades plutónicas, principalmente las granodioritas del Cretácico superior-Paleógeno, que serían

las responsables de la migración de los fluidos hidrotermales, los cuales reaccionaron favorablemente con las formaciones volcánicas. Por otro lado, destacan mineralizaciones tipo sulfuros masivos volcanogénicos (SMV), asociados al volcanismo submarino del Cretácico. Así mismo, ocurren placeres auríferos, relacionados a depósitos aluviales.

De acuerdo a las mineralizaciones conocidas y en base a los modelos descriptivos de yacimientos del USGS, se determinaron 5 unidades geológicas potencialmente prospectivas, entre las que destacan las de carácter volcánico e intrusivo, dado su potencial por albergar depósitos tipo pórfido, epitermal y skarn. Así mismo, tomando como referencia la génesis, continuidad de los yacimientos y ocurrencias minerales, estratigrafía y contexto estructural, se proponen 4 dominios metalogénicos como guías prospectivas.

Se recolectaron 1066 muestras de sedimentos de quebrada, registrándose los parámetros fisicoquímicos en cada estación de muestreo, además de las principales características de los materiales que ocurren en el lecho de la corriente, desde los clastos hasta los bloques fluviales. De igual forma, se hizo con los atributos de las unidades geológicas a fin de realizar una adecuada interpretación geológica de los resultados.

El pH de las aguas superficiales es en promedio 8.37, con una desviación típica de 0.5. Los mínimos valores de este parámetro se registraron en la cuenca alta del río Quiroz, localidades de Sapillica y Jilili. Por otro lado, la conductividad eléctrica es generalmente mayor a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en la cual las quebradas Carrizal (9014  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Paugaruyo (7595  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y Jaguay Grande (7366  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) presentaron los máximos valores de dicho parámetro.

En cada dominio litoestratigráfico se describen las características y patrones univariantes, bivariantes y multivariantes de los 18 elementos traza estudiados (Sb, As, Ba, Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Hg, Mo, Ni, Au, Ag, Pb, U, V, W y Zn).

A partir de la determinación de los umbrales geoquímicos en los distintos dominios litoestratigráficos, se reconocieron 429 anomalías geoquímicas, de las cuales 54 son de oro. Las anomalías más significativas ocurren en las unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico y Cretácico-Paleógeno, además de las rocas sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior.



## ABSTRACT

During 2012 and 2014, the regional geochemical prospecting of stream sediments was developed to the north of parallel 6°00' south latitude, in pacific slope watersheds, located in Piura and Tumbes.

The extension of the study area is approximately 19 505 km<sup>2</sup>. The relief is a consequence of tectonic and magmatic processes and erosion agents; three geomorphological units are identified: coast mountain range, coastal plains and depressions, and the Western Cordillera. The Chira, Tumbes and Zarumilla rivers make up the main basins of the hydrographic network.

As part of the methodology used, social awareness work carried out, which allowed the communities and their authorities to be informed about the mission and objectives of Ingemmet, as the governing institution of national geology. During this stage, it was evident that the most of socio-environmental conflicts are in Piura.

The geological context is represented by Paleozoic sedimentary and metamorphic rocks, volcanic, sedimentary and intrusive (Batholith from the coast) of the Cretaceous, and Paleogene-Neogene sedimentary sequences. Ten lithostratigraphic domains were identified, of which the oldest units correspond to the Amotape hills, which limit the Talara and Lancones sedimentary basins, in this last one, the main outcrops of intrusive units are found.

Regional tectonic features denote a cortical deformation limited to the south by the Huancabamba Deflection. The most important structures correspond to the Paleozoic massifs of the Amotapes and La Brea, Lobitos and Negritos structural highs, the Huaypira fault and Olmos Morropon Arch.

Regarding the economic geology, there are several metallic mineralization occurrences hosted in La Bocana and Lancones formations, which highlight the veins that are distributed over Cu-Mo porphyritic deposits. On one hand, this mineralization is related to plutonic units, mainly Upper Cretaceous-Paleogene granodiorites, which would be responsible for the migration of hydrothermal fluids, these fluids reacted with volcanic formations

favorably. On the other hand, the volcanogenic massive sulphide (VMS) type mineralizations, associated to the Cretaceous submarine volcanism, stand out. In the same way, auriferous pleasures occur, associated to alluvial deposits.

According to the known mineralizations and based on the descriptive models of USGS deposits, five potentially prospective geological units were determined, among which the volcanic and intrusive ones stand out, given their potential to hosting porphyry, epithermal and skarn deposits. Also, by taking as a reference the genesis, continuity of ore deposits, stratigraphy and structural context, four metallogenetic domains are proposed as prospecting guides.

1066 stream sediment samples were collected, recording the physicochemical parameter at each sampling station, besides the main characteristics of materials that occur in the stream bed, from clasts to the fluvial blocks. In the same way, it was done with the attributes of the geological units, in order to carry out an adequate geological interpretation of the results.

Surface waters pH is on average around 8.37, with a standard deviation of 0.5. The minimum values of this parameter were recorded in the upper Quiroz river basin, located in Sapillica and Jilili. On the other hand, electrical conductivity is generally greater than 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , in which the Carrizal (9014  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Paugaruyo (7595  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) and Jaguay Grande (7366  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) streams presented the maximum values of this parameter.

The characteristics and univariate, bivariate and multivariate patterns of 18 trace elements studied (Sb, As, Ba, Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Hg, Mo, Ni, Au, Ag, Pb, U, V, W y Zn) are described in each lithostratigraphic domain.

From the determination of geochemical thresholds in different lithostratigraphic domains, 429 geochemical anomalies were identified, of which 54 are gold. The most significant anomalies are presented in Paleozoic-Triassic and Cretaceous-Paleogene intrusive units, besides Upper Cretaceous silicoclastic sedimentary rocks.



## INTRODUCCIÓN

La investigación se desarrolló con el propósito de contribuir en la elaboración del Atlas Geoquímico del Perú y proveer información geoquímica de los sedimentos de quebrada en las cuencas de la vertiente Pacífica al norte del paralelo 6°00' latitud sur, área que representa un territorio de 19 505 km<sup>2</sup>, perteneciente a los departamentos de Piura y Tumbes. Dicha información contribuirá a promover estudios de mayor detalle a cargo de las instituciones públicas y/o privadas, gobiernos regionales, locales, universidades y otras partes interesadas.

El objetivo principal de esta publicación es caracterizar la dispersión geoquímica secundaria de los principales elementos traza y determinar anomalías y asociaciones geoquímicas representativas, según el dominio litoestratigráfico del cual proceden los sedimentos predominantes. Para tal fin, se aplicó un diseño de muestreo sistemático con una densidad de 1 muestra por cada 10 km<sup>2</sup>.

El primer capítulo presenta información referida a la ubicación geográfica, accesibilidad, clima, geomorfología e hidrografía.

En el segundo capítulo se analiza el panorama socioambiental en la zona de estudio, esto comprende la recopilación bibliográfica actualizada de los conflictos socioambientales y la estrategia de sensibilización social desarrollada por el Ingemmet.

El capítulo siguiente comprende una síntesis del contexto geológico regional, en el cual se describen las características litoestratigráficas de los afloramientos rocosos, y se incluyen las observaciones de campo realizadas durante el muestreo geoquímico.

En el cuarto capítulo se abordan los principales rasgos tectónicos a escala regional, proponiéndose tres unidades estructurales, según la conjunción de las estructuras predominantes.

El quinto capítulo enfoca los aspectos metalogenéticos, de acuerdo a épocas, provincias y franjas. Así mismo, se proponen 4 dominios metalogenéticos en base a la génesis, tipología, continuidad espacial de los yacimientos y ocurrencias minerales del área de estudio.

En el sexto y último capítulo, se presenta la caracterización geoquímica de los principales elementos traza, en este caso la distribución, valores de fondo, umbrales, asociaciones y anomalías. Todo esto basado en el rigor estadístico y la segmentación de los datos según el dominio litoestratigráfico del cual proceden los sedimentos mayoritarios.

La información geoquímica resultante no solo es útil para fines de prospección, sino también puede ser aplicada en el desarrollo de líneas de base geoambiental, ordenamiento territorial y los estudios de zonificación ecológica y económica.



# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 UBICACIÓN

El área de estudio comprende al sector noroccidental del Perú, políticamente abarca el departamento de Tumbes, específicamente las provincias Contralmirante Villar, Tumbes y Zarumilla, además de las provincias de Paita, Piura, Talara, Sullana y Ayabaca, pertenecientes al departamento de Piura.

La zona de estudio está limitada por las siguientes coordenadas geográficas: 03°23'- 05°20' latitud sur y 79°30'- 81°02' de longitud oeste. La superficie investigada tiene una extensión aproximada de 19 505 km<sup>2</sup> (figura 1.1) y posee no solo recursos minerales, sino además extensos valles agrícolas, atractivos geoturísticos e importante potencial de hidrocarburos.

Comprende principalmente los cuadrángulos de Zorritos (8b), Tumbes (8c), Quebrada Seca (9b), Talara (10a), Sullana (10b), Las Lomas (10c), Ayabaca (10d) y Piura (11b).

Se accede a la zona de estudio desde la ciudad de Lima, recorriendo 918 km hasta la ciudad de Piura, a través de la carretera Panamericana Norte con un tiempo aproximado de 16 horas, o también por vía aérea (Aeropuerto Internacional Jorge Chávez) hasta Piura (Aeropuerto Internacional Guillermo Concha Ibérico) con un tiempo aproximado de 1 hora y 40 minutos, los cuales tienen una frecuencia diaria.

### 1.2 CLIMA

El clima es variado con una tipología propia de zonas cálidas a frías, caracterizadas por elevaciones que van desde 0 a 4000 m s. n. m. Abarca desde las provincias litorales de Paita, Talara, pasando por zonas de llanura como Piura y Sullana, además de un relieve de serranía correspondiente a las provincias de Ayabaca y Huancabamba; asimismo, abarca la provincia de Morropón que comprende la costa y sierra peruana. La temperatura oscila de 32° C a 16° C.

Según la clasificación climatológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2021), se distinguen los siguientes tipos de clima (figura 1.2):

#### 1.2.1 Clima lluvioso, semifrío y húmedo

Con otoño e invierno seco, corresponde a las partes más altas de la zona de estudio, con altitudes entre 3000 a 4000 m s. n. m., cerca de la localidad de Huancabamba.

#### 1.2.2 Clima lluvioso, templado y húmedo

Con inviernos secos en zonas con elevaciones entre 2000 a 3000 m s. n. m., abarca principalmente las localidades de Pacaipampa, Lagunas, Ayabaca y Sapillica.

#### 1.2.3 Clima árido, cálido y húmedo

Con carencia de lluvias en otoño, invierno y primavera; presenta una humedad relativa de 64 %. Este tipo de clima corresponde a las localidades de Las Lomas, Lancones, Suyo, Paimas, Jilili, Montero, Sicchez, Suyo, Lancones, Querecotillo, Salitral, Sullana y Cañaverall.

#### 1.2.4 Clima árido, semicálido y húmedo

Con deficiencia de lluvias en todas las estaciones y humedad relativa de 85 %, abarca las localidades de Talara, Paita, Lobitos, El Alto, Vichayal, San Lucas; Sojo, Tamarindo, entre otras.

### 1.3 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

El relieve de la zona ha pasado por diferentes periodos geológicos, sufriendo modificaciones y evoluciones, los cuales se deben principalmente al tectonismo, plutonismo y agentes de erosión, identificándose regionalmente tres unidades geomorfológicas (figura 1.3) que a continuación se describen, tomando como referencia los estudios realizados por Palacios (1994).

#### 1.3.1 Cordillera de la Costa

Constituida por macizos paleozoicos de dirección norte-sur, los mismos que se prolongan hacia los macizos de Amotapes y la Brea, continuando en el territorio ecuatoriano.

#### 1. Vertiente montañosa fuertemente disectada

Corresponde a relieves muy accidentados de origen estructural, con pendientes cercanas a 90 %, alcanzando

altitudes de hasta 2000 m s. n. m. Las montañas están formadas principalmente por rocas competentes y compactas, esencialmente granitos, granodioritas, esquistos y andesitas (Piura. Gobierno Regional, 2012).

## 2. Vertiente montañosa moderadamente disectada

Esta vertiente presenta numerosos sectores abruptos y escarpados como consecuencia de la erosión diferencial sobre estratos de diferente dureza. Las pendientes predominantes son mayores a 60 %, con altitudes mayores a 500 m s. n. m., que pueden superar incluso los 1000 m s. n. m.

## 3. Colina baja moderadamente disectada

Son geoformas de elevación menor respecto a la vertiente montañosa, caracterizada por una topografía tipo colina, la que denota procesos moderados de erosión, pendientes entre 20 % y 60 %, además de una variación altitudinal que va de 0 a 1000 m s. n. m.

## 4. Piedemonte

Geoforma deposicional, ubicada al pie de las vertientes montañosas de la Cordillera de la Costa, compuesta principalmente por material aluvial. Presenta altitudes que oscilan entre 40 y 200 m s. n. m., pero la variación local es menor de acuerdo a la posición dentro del relieve. Se caracteriza por tener pendientes llanas a moderadamente inclinadas que van de 0 % a 25 % (Piura. Gobierno Regional, 2012).

## 5. Delta

Presenta una topografía de llanura y aniegos, cortada por cursos fluviales anastomosados, que se extienden hacia la zona litoral. Presenta pendientes de 0 %, la cual promueve la evaporación de las aguas y la sedimentación de su carga por debajo de la superficie del agua.

## 6. Lomadas

Están constituidas por formaciones geológicas recientes.

### 1.3.2 Llanuras y depresiones costaneras

#### 1. Tablazo Lobitos

Son geoformas planas conocidas como terrazas marinas, emergidas de los océanos, conformadas por materiales conglomerádicos poco diagenizados, compuestos por rodados subangulosos de naturaleza variada, con formas faunísticas bien conservadas no fosilizadas, además de pendientes planas que van de 0 % a 3 %, en altitudes entre 0 y 500 m s. n. m.

#### 2. Tablazo Talara

Es una terraza marina conformada por conglomerados lumaquélicos o coquinas poco consolidadas en una matriz bioclástica.

#### 3. Tablazo Máncora

Constituido por conglomerados lumaquélicos en una matriz arcósica, presenta pendientes entre 0 % y 3 % y en altitudes de 0 a 500 m s. n. m.

## 4. Llanura disectada

Son geoformas de gran extensión como resultado de los procesos de erosión fluvial, lacustre y marina, presentan pequeñas elevaciones cortadas por cursos fluviales. Ocurren en zonas de altitudes que van de 0 a 500 m s. n. m. y se componen principalmente por conglomerados y fanglomerados con pendientes de 0 % a 15 %.

## 5. Llanura ondulada

Está representada por pequeñas colinas redondeadas con bancos de arena semi-consolidados. Las pendientes de esta unidad geomorfológica varían entre 0 % y 15 %.

## 6. Llanura inundable

Corresponde a geoformas bajas y planas situadas entre los cordones litorales, tablazos y zonas adyacentes a ríos o quebradas que comprenden zonas de inundación fluvial. Estas llanuras no son estáticas ni estables; están compuestas de sedimentos inconsolidados, los cuales son erosionados rápidamente durante inundaciones y crecidas de agua, cambiando el curso del río de un lado de la llanura de inundación a otro.

## 7. Valles

Pertenece a una zona relativamente plana y estrecha, ubicada entre dos áreas de relieve más alto y tiene como eje a un curso de agua.

Su génesis está en función de la acción erosiva fluvial y presentan pendientes que están en el orden de 0 % a 10 %, por lo que son consideradas como zonas planas a ligeramente inclinadas; el rango altitudinal va de 0 a 1000 m s. n. m.

### 1.3.3 Cordillera Occidental

#### 1. Vertiente montañosa fuertemente empinada

Conforma una topografía montañosa de vertientes altamente empinadas, con pendientes abruptas cercanas a 90 % y altitudes mayores a 3000 m s. n. m. Son geoformas compuestas por material duro y compacto (Reyes & Caldas, 1987).

#### 2. Vertiente montañosa moderadamente empinada

Configura una topografía montañosa de vertientes moderadas, caracterizada mayormente por pendientes entre 60 % y 90 %, con altitudes que van de 2000 a 3000 m s. n. m. Al igual que la vertiente anterior, son geoformas compuestas por material duro y compacto.

#### 3. Vertiente montañosa fuertemente disectada

Corresponde a relieves muy accidentados de origen estructural, que dan lugar a la formación de vastas redes de drenaje, las pendientes van de 60 % a más de 90 %. Las altitudes máximas de esta vertiente pueden alcanzar hasta 3000 m s. n. m., y se caracteriza por estar compuesta de afloramientos muy competentes y de fuerte inclinación.



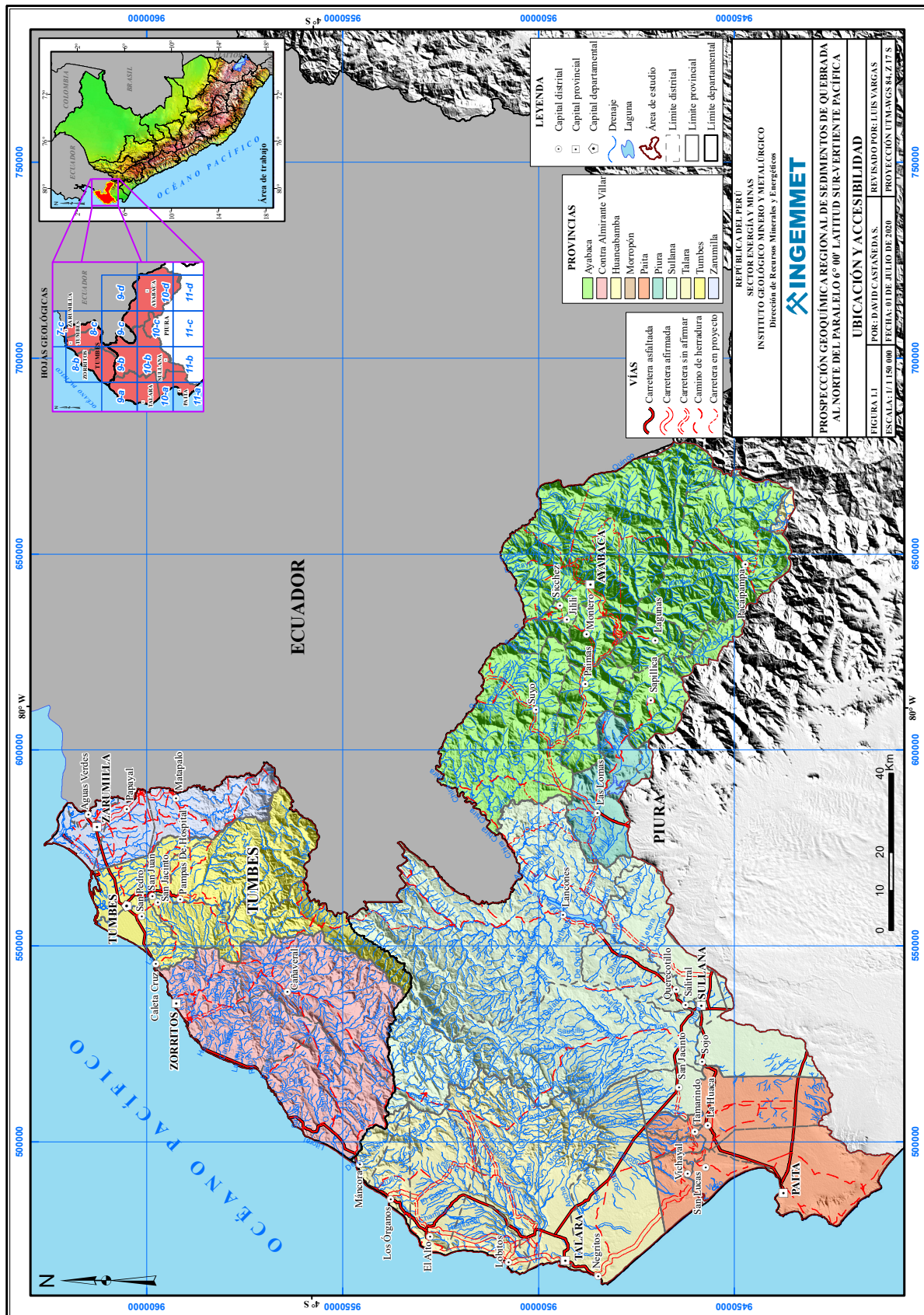


Figura 1.1 Ubicación y accesibilidad

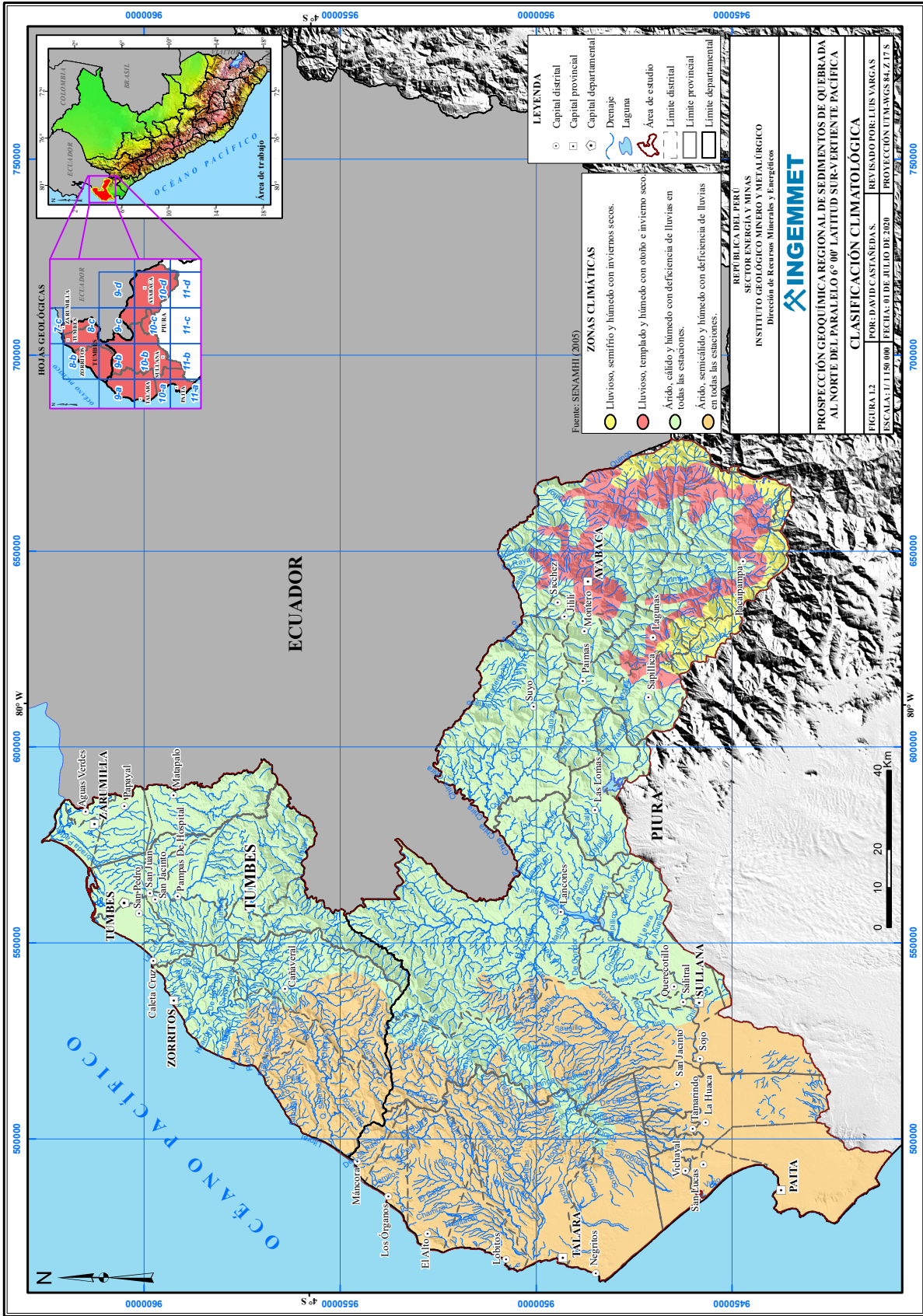


Figura 1.2 Clasificación climatológica

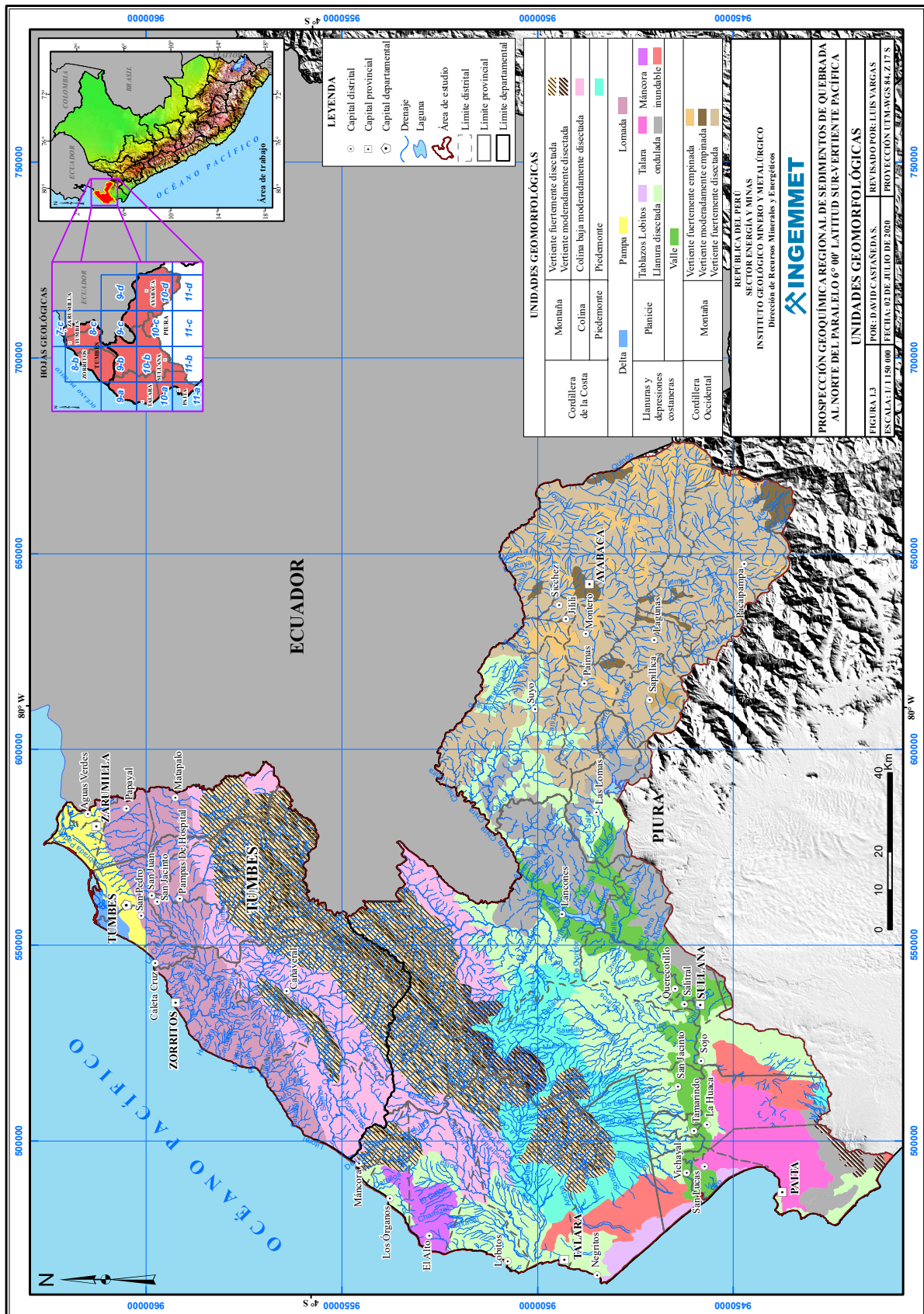


Figura 1.3 Unidades geomorfológicas

## 1.4 HIDROGRAFÍA

El sistema hidrográfico de la zona de estudio vierte sus aguas hacia el océano Pacífico. Está constituido por los cursos fluviales que discurren paralelamente al rumbo andino, erosionando la vertiente occidental de los Andes, lo cual origina un contraste bastante empinado (Palacios, 1987).

El principal curso fluvial permanente lo constituye el río Chira, que en gran parte corresponde al límite entre Perú y Ecuador, dicho río toma sucesivamente los nombres de Macara y Calvas. Los ríos Quiroz, Chipillico y la quebrada Pilares son los principales afluentes del río Chira en el territorio peruano.

La red hidrográfica la conforman las cuencas Chira, Tumbes y Zarumilla (figura.1.4), las cuales se describen a continuación.

### 1.4.1 Cuenca del río Chira

Su colector principal lo constituye el río Chira, que tiene su nacimiento en el nudo de Loja donde se le conoce como río Zamora; dicho río posteriormente ingresa a territorio peruano con rumbo suroeste hasta Sullana. A partir de allí cambia de rumbo hacia el oeste para luego desembocar en el océano Pacífico. La cuenca del río Chira tiene un área aproximada de 2715 km<sup>2</sup>.

### 1.4.2 Cuenca del río Tumbes

Nace en la Cordillera Occidental, en la sierra de Zarumas en Ecuador y corta a los Amotapes formando un estrecho cañón entre Cabo Inga y Rica Playa; esta cuenca tiene un área de 1 829 km<sup>2</sup> y discurre a través de rocas paleozoicas, ampliando su valle aguas abajo para formar un importante delta en el litoral.

### 1.4.3 Cuenca del río Zarumilla

Es un río de corto recorrido con respecto a los antes mencionados; nace en la Cordillera de Tahuin (Ecuador), límite internacional entre Perú y Ecuador. La superficie de la cuenca Zarumilla se estima en 781 km<sup>2</sup>, hasta su desembocadura en Boca Capones, constituyendo la margen sur del Golfo de Guayaquil.

En la zona prospectada es importante mencionar las cuencas: Tronco Mocho (130 km<sup>2</sup>), Bocapán (906 km<sup>2</sup>), Plateritos (445 km<sup>2</sup>), El Gigante (483 km<sup>2</sup>), La Bocana (758 km<sup>2</sup>), Lobitos (2067 km<sup>2</sup>), Calvas (538 km<sup>2</sup>), Santa Rosa (1058 km<sup>2</sup>), Yangas (1211 km<sup>2</sup>), Quiroz (701 km<sup>2</sup>), Quebrada Seca (1249 km<sup>2</sup>), Samán (1196 km<sup>2</sup>) y Palaus (68 km<sup>2</sup>).

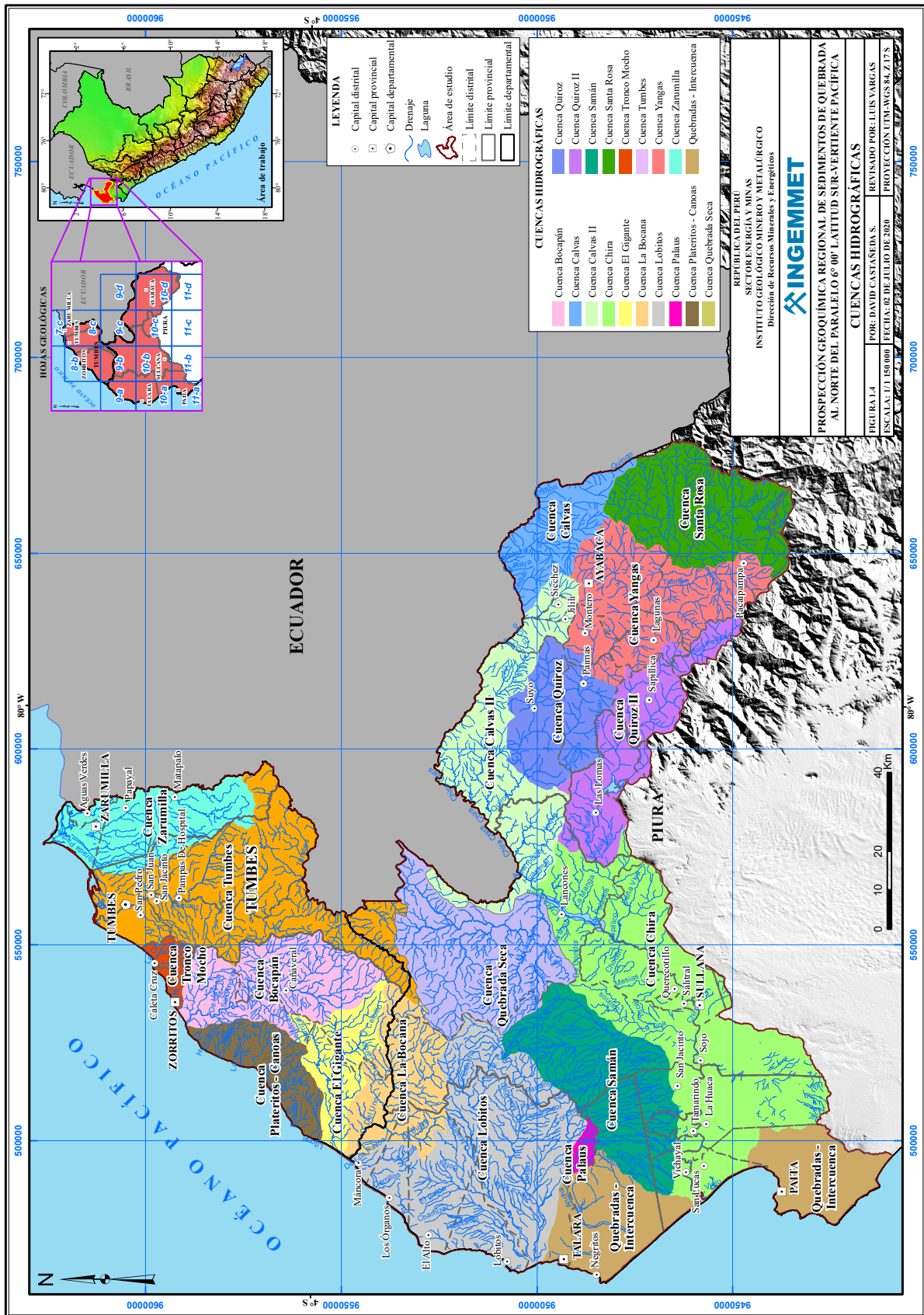


Figura 1.4 Cuencas hidrográficas



## CAPÍTULO II

### ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES

En la actualidad, nuestro país viene siendo escenario de diversos conflictos socioambientales, generalmente vinculados a los proyectos y mega proyectos de inversión minero-energética. En muchos casos son originados por falta de información de las partes involucradas, en otros por la intervención de organizaciones no gubernamentales (ONG) y grupos políticos regionales, que promueven el rechazo hacia los proyectos de inversión minera.

Este escenario indudablemente es adverso para cualquier actividad económica, lo cual genera perjuicios y retrasos en la ejecución de proyectos de inversión, tanto de empresas privadas como de instituciones públicas. Dicho contexto también afecta las investigaciones geocientíficas que realiza el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet). Es así que, en la actualidad, para desarrollar una actividad relacionada a geología y minería se requiere realizar un trabajo social cuidadoso y oportuno, a fin de evitar el rechazo de la población, sobre todo durante el desarrollo de las actividades de campo.

Como parte del trabajo social desarrollado, fue importante lograr que las comunidades y sus autoridades comprendan que el Ingemmet es una institución pública perteneciente al Sector Energía y Minas, que tiene como una de sus funciones principales realizar trabajos de investigación geológica, entre los que destacan la prospección geoquímica y la actualización de la carta geológica nacional. Dicha información constituye el insumo fundamental en los procesos de ordenamiento territorial y zonificación ecológica y económica del país. Dichos procesos están actualmente a cargo de los gobiernos regionales y locales; es en este contexto que el Ingemmet asume su rol investigador y como tal pone a libre disponibilidad toda la información geológica del territorio nacional, lo cual contribuye, de esta forma, en el desarrollo socioeconómico del país.

Con el fin de realizar los trabajos de prospección geoquímica y evitar retrasos por oposición social, se conformó un equipo técnico multidisciplinario de avanzada, encargado de realizar la coordinación y sensibilización social ante las diferentes autoridades y líderes sociales de las regiones de Piura y Tumbes.

Este equipo técnico logró un acercamiento directo con las autoridades y la población en general, generando lazos de confianza y empatía. Para esto se desarrollaron reuniones de sensibilización y difusión de los estudios de investigación a cargo del Ingemmet. Este tipo de contextos permitieron dar a conocer los objetivos y beneficios de las investigaciones geoquímicas, además de mostrar el alcance y metodología de los trabajos de campo en las diferentes localidades circunscritas en el área de estudio.

Es oportuno indicar que la dinámica de estos trabajos de sensibilización dio resultados favorables, con lo cual se logró el apoyo de parte de las autoridades en la gran mayoría de casos.

Según los últimos estudios e investigaciones realizadas por la Defensoría del Pueblo y otras organizaciones e instituciones ligadas al ámbito socioambiental, se reporta que las regiones de Piura y Tumbes presentan un alto índice de conflictos relacionados principalmente a la actividad minera.

En relación a estos conflictos, se puede mencionar que en algunas zonas las autoridades se mostraban reacias a los estudios geológicos. Este escenario generó confusión e incertidumbre en la población, al punto que los profesionales del Ingemmet fueron relacionados con empresas extractivas privadas u organizaciones ajenas a los trabajos de investigación. Es el caso específico del distrito de Ayabaca en el departamento de Piura, cuyo contexto social impidió el normal desarrollo de los trabajos de campo, por lo que se optó por abandonar los estudios geoquímicos en dicha zona.

Los conflictos que se generan en la región Piura generalmente son el resultado de la negativa de los agricultores frente a la actividad minera tanto legal e ilegal. Dicha negativa se sostiene en los pasivos ambientales generados por la minería informal, por lo que estas implicancias impactan negativamente en la minería formal.

Cabe resaltar que el incremento de organizaciones no gubernamentales vinculadas al tema ambiental, por lo general brindan un mensaje anti minero a las autoridades y población

bajo la premisa que los proyectos mineros dañan el medio ambiente y que no generan desarrollo en las regiones donde se encuentran ubicados.

En cuanto a las concesiones mineras, es oportuno mencionar que las autoridades de la región Piura muestran cierta desconfianza al ver que el 22.8 % de su jurisdicción se encuentra concesionada para la actividad minera, siendo las provincias con mayores áreas concesionadas Sechura y Ayabaca. En el caso de esta última, existen concesiones mineras con gran posibilidad para llegar a ser proyectos de minería metálica.

Para la elaboración del mapa de conflictos socioambientales (figura 2.1), se ha considerado el ámbito geográfico de las cuencas de los ríos Chira y Tumbes, los estudios socioambientales de La Defensoría del Pueblo y aquellos sucesos ocurridos durante las labores de campo.

## 2.1 COMUNICACIÓN E INTERRELACIÓN CON LAS COMUNIDADES

La comunicación con las comunidades (COM-COM) es un trabajo multidisciplinario que involucra una serie de actividades destinadas a la aplicación de conocimientos en los procesos de desarrollo humano, social, territorial y sectorial. El trabajo social realizado en las diferentes comunidades de las regiones Piura y Tumbes contó con la participación de autoridades, representantes de organizaciones sociales, líderes de opinión y población en general, asegurándose la interacción con los diferentes actores sociales durante los trabajos de coordinación e intervención. Este proceso se mantuvo durante la etapa del muestreo geoquímico a cargo de los geólogos de campo.

### 2.1.1 Trabajo con autoridades

El equipo encargado de realizar las coordinaciones sociales por parte del Ingemmet permitió la interacción con las diferentes autoridades comunales, gobiernos locales, regionales y la población en general, a quienes se informó sobre los trabajos geocientíficos que se realizan, tal como se observa en las fotografías 2.1 y 2.2. A través de reuniones y talleres se socializó y se dio a conocer la importancia de los trabajos de prospección geoquímica tanto a nivel local, regional y nacional, además de explicar el alcance de los trabajos de campo que desarrollan los geólogos en sus jurisdicciones (fotografía 2.3).

Un proceso óptimo de intervención social genera entendimiento, confianza en las autoridades y la población en general, propiciándose un clima idóneo para el normal desarrollo de los trabajos de campo, basado en el cabal conocimiento de la importancia de la investigación geológica.

Bajo este enfoque se logró desarrollar los trabajos de prospección geoquímica programados en las regiones de Piura y Tumbes, a excepción de los distritos de Lagunas y Ayabaca, donde la mayor parte de autoridades, así como los dirigentes de las rondas campesinas, representantes de la sociedad civil y organizaciones no gubernamentales se oponen a todo tipo de actividad relacionada con la minería.

Es importante mencionar que los trabajos de sensibilización social son indispensables en toda prospección geoquímica que se desarrolle, más aún si se trata de zonas con conflictos sociales. Al respecto, cabe destacar que la información geoquímica generada es de suma importancia en los procesos de ordenamiento territorial, zonificación ecológica y económica.



**Fotografía 2.1** Coordinación con representante de la Municipalidad Distrital de Lagunas en la Provincia de Ayabaca



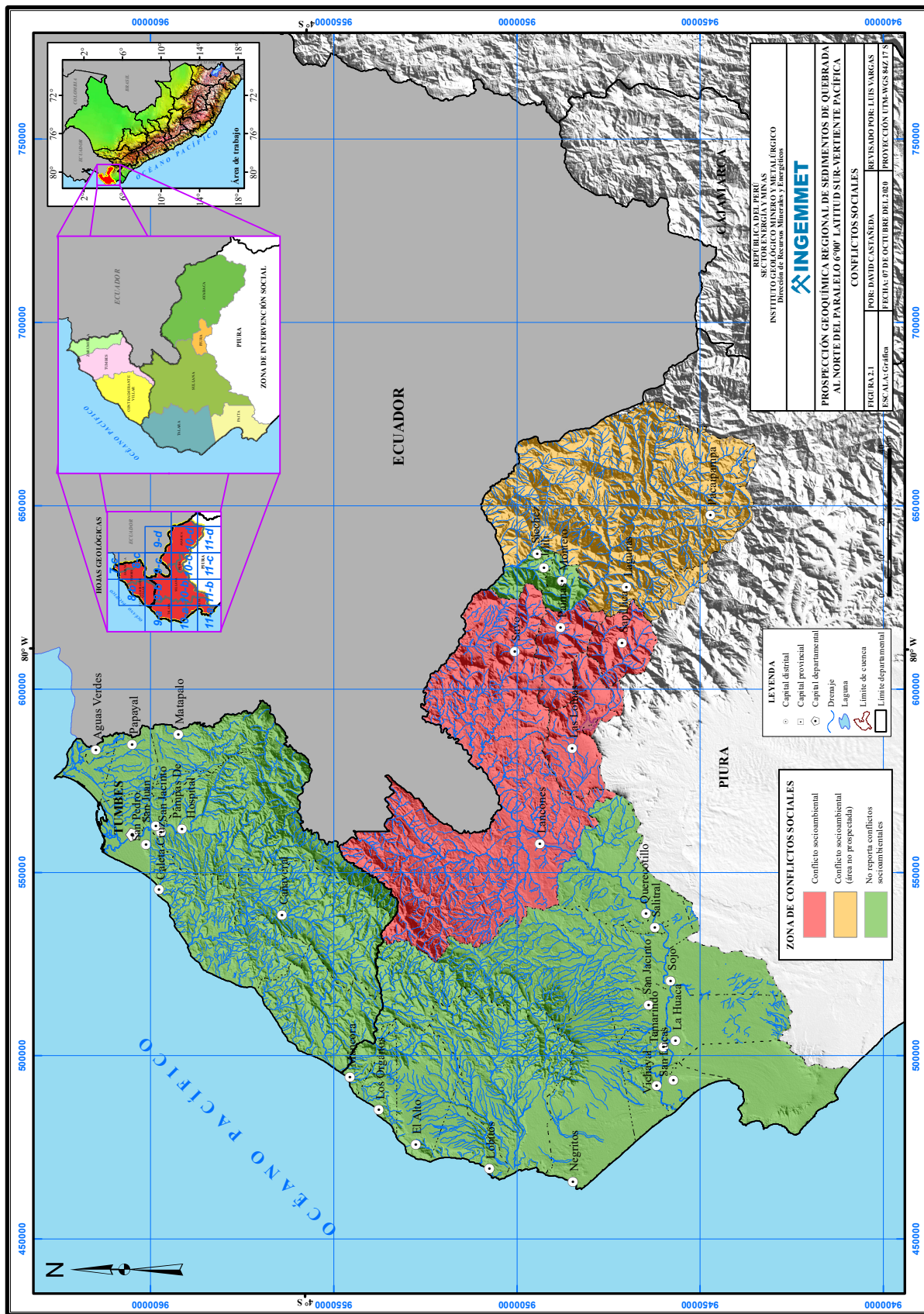


Figura 2.1 Conflictos sociales



**Fotografía 2.2** Reunión con autoridades locales y representantes de la minería artesanal en la comunidad San Sebastián del distrito de Suyo (provincia de Ayabaca)

## 2.2 CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES GENERADOS POR LA MINERÍA INFORMAL

El cuadro 2.1 muestra que la mayor parte de los conflictos socioambientales se encuentran en los distritos de la región

Piura. Es el caso de Suyo, Sapollica y Paimas, pertenecientes a la provincia de Ayabaca, además de los distritos de Las Lomas y Lancones, en las provincias de Piura y Sullana, respectivamente.

**Cuadro 2.1**

**Inventario de conflictos socioambientales**

Ubicación			Tipo de conflictos
Región	Provincia	Distrito	
Piura	Huancabamba	El Carmen de la Frontera	<p>Socioambiental: La Defensoría del Pueblo (2020) reportó que el conflicto socioambiental, en oposición al proyecto minero Río Blanco, nace en 2004, donde las comunidades campesinas de Yanta, Segunda y Cajas rechazan las actividades mineras que pretende desarrollar la Empresa Minera Río Blanco Copper S.A. Así mismo, se señala que la población tiene temor a que se genere contaminación ambiental, y afecte a los frágiles y vulnerables ecosistemas de los páramos y bosques de montaña. En tal sentido, plantearon que se requieren niveles de protección adecuada, bajo la vigilancia de la organización de rondas campesinas de Ayabaca y Huancabamba.</p> <p>En este conflicto se tiene como actores principales a la Federación Provincial de Comunidades Campesinas de Ayabaca (Feprocca), Frente Medio Ambiental de Huancabamba, Frente para el Desarrollo Sostenible de la Frontera Norte del Perú (FDSFNP), y a la empresa minera Río Blanco Copper S.A.</p> <p>Los actores sociales secundarios son: el Ministerio de Energía y Minas (Minem), la Municipalidad Provincial de Huancabamba, la Municipalidad Provincial de Ayabaca, el Poder Judicial, el Ministerio Público, La Coordinación Nacional de Derechos Humanos (Conadeh), la Fundación EcuMénica para el Desarrollo y la Paz (Fedepaz).</p>
	Piura y Ayabaca	Las Lomas, Tambogrande, Suyo y Paimas	<p>Socioambiental: Las autoridades de las municipalidades distritales de Sapollica, Tambogrande y Las Lomas, así como los agricultores de las comunidades campesinas de Santa Rosa de Suyo y anexos, se oponen a la actividad minera informal, de la misma forma algunos agricultores de los distritos de Tambogrande, Paimas y Las Lomas. Cabe destacar que los pobladores señalan que dicha actividad minera informal se viene desarrollando en los distritos de Las Lomas, Tambogrande, Suyo, Paimas y Sapollica.</p> <p>Al respecto, los pobladores manifiestan su temor por los impactos negativos que se generarían al medio ambiente (Defensoría del Pueblo, 2014)</p>

Región	Ubicación		Tipo de conflictos
	Provincia	Distrito	
Piura	Ayabaca	Ayabaca	<p>Socioambiental: El 26 de abril de 2014 a las 10:45 am, se llevó a cabo una reunión en el salón comunal del Predio de Hualcuy en la provincia de Ayabaca. Dicha reunión contó con 200 asistentes aproximadamente, y fue dirigida por el vicepresidente del Comité Ejecutivo Provincial de Rondas Campesinas de Ayabaca, quien inició la reunión a la que asistieron 10 presidentes comunales, entre ellos el presidente de Yanta y Andurco. También se contó con la presencia de algunos tenientes gobernadores.</p> <p>En dicha sesión se dio lectura al documento presentado por el Ingemmet con la finalidad de informar que se realizarán trabajos geológicos en las comunidades y caseríos que pertenecen a la provincia de Ayabaca. Al respecto, los asistentes acordaron de forma unánime que no aceptan ningún tipo de trabajos por parte de dicha entidad.</p> <p>Ante esta situación, se optó por suspender los trabajos de campo en esta provincia (figura 2.1).</p>
	Ayabaca	Suyo	<p>Socioambiental: Durante el desarrollo de los trabajos de campo en la comunidad campesina de Pampa Larga (distrito de Suyo), un grupo de autoridades locales desconocen las coordinaciones realizadas previamente (figura 2.4) e intentan expulsar a los geólogos que se encontraban desarrollando trabajos de campo. Estas acciones fueron generadas por el presidente de la comunidad de Pampa Larga, así como autoridades relacionadas a la minería informal en la zona.</p> <p>El impase fue superado en base al diálogo, en el que se dio a conocer de la importancia de los trabajos de investigación geológica desarrollados en las regiones de Piura y Tumbes, además del beneficio que tendrán los estudios geoquímicos realizados por el Ingemmet.</p>



**Fotografía 2.3** Geólogos de Ingemmet coordinando con las principales autoridades de la comunidad campesina de Pampa Larga en el distrito de Suyo (provincia de Ayabaca)



# CAPÍTULO III

## MARCO GEOLÓGICO

### 3.1 DOMINIOS LITOSTRATIGRÁFICOS

En el noroeste peruano, adyacente al suroeste de Ecuador, afloran rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, que registran edades que van desde el Paleozoico hasta el Cenozoico (figuras 3.1 y 3.2). Las rocas más antiguas corresponden a 2 bloques elevados que limitan las cuencas sedimentarias: los Amotapes, que forman parte de una cadena montañosa antigua que hoy se conoce como Cordillera de la Costa y las partes altas de la Cordillera Occidental compuestas por rocas volcánicas e ígneas del Cretácico-Paleógeno.

En la parte central de la zona de estudio afloran rocas volcánicas, sedimentarias e intrusivas del batolito costanero que corresponden al Cretácico, mientras que al oeste se ubica una secuencia sedimentaria del Paleógeno-Neógeno.

A continuación, se detallan los dominios litoestratigráficos en base a la información de la carta geológica a escala regional de Reyes & Caldas (1987) y Palacios (1994). A partir de dichos dominios, se caracterizó la dispersión geoquímica secundaria de los principales elementos traza presentes en los sedimentos de quebrada.

#### 3.1.1 Metamórficos del Paleozoico

Está compuesto por rocas antiguas distribuidas concordantemente a los cerros de Amotape. En este dominio litoestratigráfico se distinguen las siguientes unidades:

##### 3.1.1.1 Metamórfico indiferenciado (P-i)

Está conformado por cuarcitas (fotografía 3.1), pizarras y filitas con fuerte metamorfismo (Jaimes, 2012). Sin embargo, Palacios (1994) menciona 2 unidades metamórficas de composición y ubicación diferente. La primera aflora en el río Zarumilla entre las localidades de Palmar y Matapalo, denominada Complejo metamórfico de posible edad Precámbrica, constituida por gneises graníticos de grano medio (fotografía 3.2), con bandas de cuarzo deformadas, plagioclasas sericitizadas y abundante mica. La segunda unidad denominada serie metamórfica del Macizo La Brea (Paleozoico inferior), situada en el flanco norte de dicho macizo con orientación NE-SO (rumbo general de Los Amotapes), se formó a partir de una secuencia sedimentaria pelítica-psamítica posteriormente tectonizada y metamorfozada durante la fase Caledoniana, dando origen a filitas, cuarcitas y pizarras esquistosas de color verde a gris oscuro con vetas y vetillas de cuarzo. En la figura 3.3 se observa afloramientos con estas características en el lecho de la quebrada Huarapal (Cerro Las Camas) del distrito San Jacinto en la provincia de Tumbes.



**Fotografía 3.1** Afloramiento de cuarcitas grises de la unidad metamórfica indiferenciada en el lecho de la quebrada Horquetas, vista al SE



**Fotografía 3.2** Gneis con pátiñas de óxidos, nótese bandeamientos y blastos orientados. Localidad de Casa Blanqueada

ERA	SISTEMA	SERIE	DOMINIO LITOESTRATIGRAFICO	FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	UNIDADES INTRUSIVAS			
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos cuaternarios	Dep. de playa (Q-m)	Colinas de arena.				
				Dep. lacustres salinas (Qm-ml)	Lodos o arcillas bituminosas gris-negras, arenas salobres húmedas.				
				Dep. eólicos (Qr-e)	Mantos de arena acarreados por el viento.				
				Depósitos aluviales recientes (Qr-al)	Conglomerados de arenisca, esquistos, intrusivos y volcánicos; predominio de arena y limos.				
				Depósitos aluviales antiguos (Qp-al)	Conglomerados, arenas y arcillas lenticulares.				
		PLEISTOCENO		Tablazo Lobitos (Qp-lt)	Conglomerados poco consolidados con rodados subángulosos.				
	Tablazo Talara (Qp-tt)		Conglomerados en matriz bioclástica o arenisca arcósica.						
	NEÓGENO	PLIOCENO	Volcánicos del Neógeno	Volc. Huaypirá (TQ-vh)	Andesitas piroclásticas, gris-violáceas y gris azulinas de textura porfírica.				
			Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno - Neógeno	Fm. Tambo Grande (Ts-tg)	Areniscas intercaladas con lentes de cenizas dacíticas, tobáceas y conglomerados.				
		MIOCENO	Volcánicos del Neógeno	Volc. Shimbe (Tms-vsh)	Lavas andesíticas, con niveles de ceniza de composición andesítica.				
				Volc. Porculla (Tim-vp)	Tobas andesíticas y riolíticas, gris blanquecinas, en bancos masivos, que conforman farallones a lo largo de los flancos de los cursos fluviales; presenta intercalación de brechas piroclásticas andesíticas así como lavas de la misma composición.				
				Volc. Llama (Ti-vll)	Brechas piroclásticas andesíticas, gris-violáceas a moradas, intercaladas con niveles de tobas ácidas, blanco-verdosas; ocasionales conglomerados volcánicos. Niveles sedimentarios de areniscas calcáreas y calizas fosilíferas.				
		PALEÓGENO	EOCENO	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno - Neógeno	Fm. Tumbes (Tm-t)		Secuencia de conglomerados, areniscas de grano grueso, lutitas y tobas; lutitas arcillosas, areniscas tobáceas gris-verdosas.		
					Fm. Miramar (Tm-m)		Conglomerado constituido por areniscas arcósicas y arenas sin cohesión, deleznales, areniscas coquiníferas de matriz areno-arcillosas.		
					Fm. Cardalitos (Tm-c)		Arenas intercalados con arcillas plumizas oscuras y claras, conglomerados; arenas tobáceas, feldespáticas y arenas calcáreas ocre.		
					Fm. Zorritos (Tm-z)		Lutitas carbonosas marrón-grisáceas con débiles contenidos de pirita, areniscas cuarzosas, lutitas tobáceas, cherts y conglomerados.		
					Fm. Heath (To-h)		Lutitas gris verdosas con nódulos calcáreos y areniscas cuarzosas, lutitas verdes, marrones y abundante yeso.		
					Fm. Mancora (To-m)		Areniscas de grano fino a grueso, conglomerados con matriz arcillosa y carbón; areniscas tobáceas conglomerádicas gris claro, lutitas.		
					Fm. Carpitas (Te-c)		Lutitas gris plumizas intercaladas con areniscas beige y niveles de yeso, lutitas marrón oscuras con nódulos de arcilla calcárea y yeso.		
					Fm. Mirador (Te-mi)		Conglomerados con cantos, lodolitas en matriz arenosa que migran a areniscas gris oscuras, lutitas grises y areniscas gris blanquecinas.		
					Fm. Chira (Te-ch)		Lutitas bentónicas laminadas oscuras, que migran a areniscas intercaladas con lutitas micáceas, conglomerados y tobas verdosas.		
					Fm. Verdum (Te-v)		Secuencia clástica de areniscas de grano medio a grueso, con lutitas laminares gris verdosas y areniscas blancas cuarzosas.		
	PALEOCENO	EOCENO	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno - Neógeno	Gpo. Talara (Te-t)	Lutitas grises a negras bituminosas, conglomerado cuarzoso y areniscas de grano fino, areniscas calcáreas.				
				Fm. Chacra (Te-cha)	Lutitas y algunas areniscas gris oscuras que al intemperizarse toman un color verde olivo.				
				Fm. Pariñas (Te-pr)	Areniscas de grano fino con niveles conglomerádicos y algunas capas de lutitas, abundante madera petrificada.				
				Fm. Palegreda (Tp-pg)	Lutitas claras con capas de areniscas limosas y presencia de oxidación de hierro, limolitas y areniscas gruesas.				
				Gpo. Salinas (Tp-s)	Areniscas verde a marrón grisáceo micáceas, areniscas de grano grueso y conglomerados color púrpura oscuro, lutitas pizarrosas.				
	MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior	Fm. Pazul (Ks-pa)		Lutitas micáceas y lodolitas gris plumizas carbonosas con nódulos de calizas negras, capas de calcita y areniscas limolíticas.		
					Fm. Tortuga (Ks-t)		Secuencia conglomerádica brechoide, alternan lutitas, lodolitas y brechas abigarradas, conglomerados ocre-gris limolitas y areniscas.		
					Fm. Tablones (Ks-ta)		Conglomerados de clastos de cuarcitas, filitas, esquistos, granitos, calizas y areniscas en una matriz arcósica, niveles arenosos.		
Fm. Encuentros (Ks-e)					Lutitas marrón verdosas, areniscas limosas verde blanquecinas con nódulos, areniscas bituminosas, niveles conglomerádicos.				
Fm. Jaguay Negro (Ks-jn)					Areniscas feldespáticas grises, grauvacas verdosas, lutitas y limolitas oscuras carbonosas, areniscas calcáreas y nódulos calcáreos.				
Fm. Huasimal (Ks-hu)					Lutitas negras carbonosas deleznales, areniscas tobáceas color gris amarillento, lutitas grises intercaladas con areniscas verdosas nodulares.				
INFERIOR			Volcánico - sedimentarios del Cretácico	Volc. Lancones (Km-vl)	Brechas y andesitas piroclásticas con calizas arenosas, limolitas y grauvacas.				
				Volc. La Bocana (Km-vb)	Aglomerado andesítico-dacítico con calizas, grauvacas, lavas e ignimbritas.				
				Volc. Ereo (Km-ve)	Andesita basáltica porfírica lávica que migra a lavas oscuras y brechas piroclásticas.				
			Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior	Gpo. San Pedro (Kim-sp)	Areniscas tobáceas gris parduzcas, areniscas lodolíticas, capas de carbón, pirita y chert blanquecino.				
				Fm. Muerto (Ki-m)	Calizas negras bituminosas y lutitas, caliza arcillosa, limolitas y areniscas calcáreo-margosas.				
				Fm. Pananga (Ki-p)	Calizas gris rosáceas y areniscas calcáreas que migran a facies arrecifales masivas con paquetes de guijarros y concreciones ferruginosas.				
				Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico inferior	Fm. Gigantal (Ki-gi)	Secuencia clástica conglomerádica, clastos de cuarcita, pizarras, esquistos, en matriz areno-micácea.			
					PALEOZOICO	PÉRMICO	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico	Fm. Palaus (Ps-p)	Areniscas cuarzosas grises micro conglomerádicas y brechoide intercaladas con arenisca arcillosa, lutitas gris verdosas nodulares.
								Fm. Cerro Prieto (Ps-cp)	Metalutitas gris verdosas, areniscas con estratificación cruzada, lutitas verde olivo a marrones, conglomerados de matriz arenosa, calizas oscuras y areniscas cuarzosas
Fm. Chaleco de Paño (C-chp)	Areniscas cuarzosas de color gris verdoso a amarillento, esquistocidad incipiente pizarrosa intercalada con cuarcitas de grano fino, limolitas.								
CARBONÍFERO	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico	Fm. Cerro Negro (Pi-cn)	Cuarcitas, pizarras esquistosas oscuras, lutitas y areniscas laminares con niveles de brechas de matriz arcillo-arenosa.						
		DEVÓNICO	Gpo. Salas (Pi-s)	Intercalación de filitas argiláceas, cineritas verde pálidas y capas delgadas de cuarcitas verdosas.					
			ORDOVÍCICO	Complejo Olmos (Pe-co)		Esquistos pelíticos alterados, anfíbolitas de textura neumatoblástica.			
				CÁMBRICO		Metamórfico indiferenciado (P-i)	Pizarras y esquistos pelíticos micáceos de color oscuro; cuarcitas replegadas, con material brechoide milonizado. Gneises graníticos con bandas de cuarzo deformadas, anfíbolitas.		
INTRUSIVOS DEL CRETÁCICO SUPERIOR - PALEÓGENO	Complejo plutónico Las Lomas	Intrusivos del Paleozoico - Triásico	Granitoide del Triásico (Tr-gr)			Granitoides indiferenciados (KT-i)			
				Granito Paltashaco (KT-gr-p)					
				Granodiorita, tonalita Suyo (KT-gd,t-s)					
				Tonalita, diorita Pamparumbe (KT-t,d-p)					
				Tonalita Altamisá (KT-t-a)					
				Monzogranito Peña Blanca (KT-mg-pb)					
				Granodiorita Las Lomas (KT-gd-l)					
				Granodiorita Purgatorio (KT-gd-p)					
				Tonalita Canoso (KT-t-c)					
				Diorita Malingas (KT-d-m)					
Gabros Las Lomas (KT-g)									
Gabrodioritas Lancones (Kti-gb/di)									
INTRUSIVOS DEL PALEOZOICO - TRIÁSICO	Granitoide del Pérmico - Triásico (PT-gr)								

Figura 3.1 Litoestratigrafía regional. Información tomada de Reyes & Caldas (1987) y Palacios (1994)

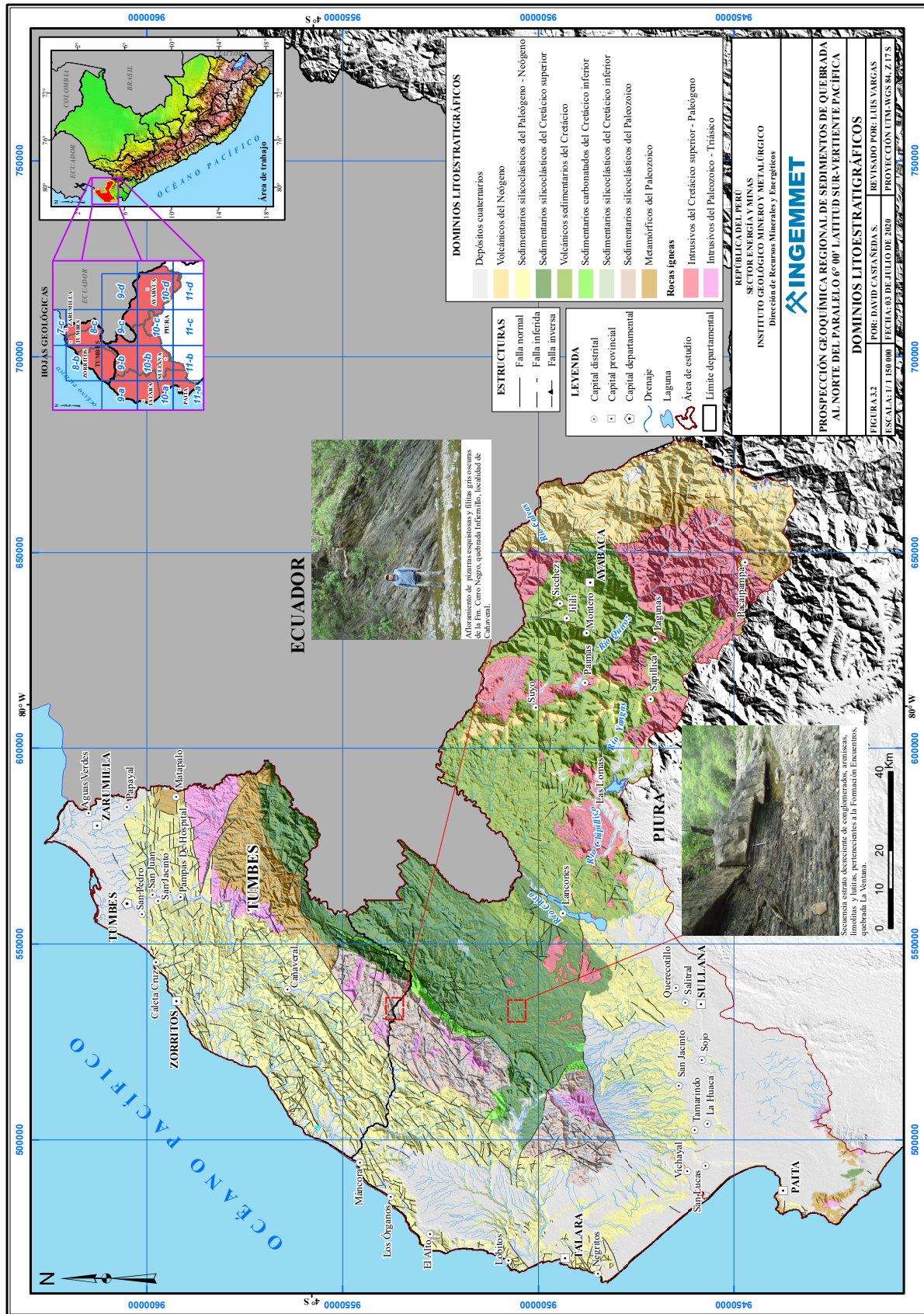


Figura 3.2 Dominios litostratigráficos





**Figura 3.3** Afloramiento de pizarras esquistosas con vetas de cuarzo en la quebrada Huarapal

#### 3.1.1.2 Complejo Olmos (Pe-co)

Secuencia de esquistos de naturaleza predominantemente pelítica, con un grado de metamorfismo menor que el Complejo Maraón. Su mejor representación se ubica en la localidad de Olmos. Este complejo posee incipientes signos de gneisificación, principalmente en las porciones más profundas o en las cercanías de los plutones mesozoicos (Reyes & Caldas, 1987).

#### 3.1.1.3 Grupo Salas (Pi-s)

Está constituido por filitas argiláceas gris marrones a gris violáceas, intercaladas con cineritas verde pálidas (Reyes &

Caldas, 1987). Sin embargo, a lo largo de la faja Huarmaca-Canchaque-Los Ranchos y en el valle del Huancabamba, el Grupo Salas contiene secuencias de meta-andesitas que en ciertos casos pasaron a ser anfibolitas.

### **3.1.2 Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico**

#### 3.1.2.1 Formación Cerro Negro (Pi-cn)

Está constituida principalmente por cuarcitas, pizarras esquistosas (fotografía 3.4), lutitas y areniscas, así como algunos niveles brechoides de matriz arcillo-arenosa (Palacios, 1994).



**Fotografía 3.4** Afloramiento de pizarras esquistosas y filitas gris oscuras de la Formación Cerro Negro en la quebrada Infiernillo

### 3.1.2.2 Formación Chaleco de Paño (C-chp)

Consiste de areniscas cuarzosas de grano fino gris verdosas, lutitas y limolitas gris verdosas a verde amarillentas (fotografía

3.5); presenta esquistosidad incipiente con orientación de las micas, lo que le da un aspecto pizarroso. Estos niveles se intercalan con estratos delgados de cuarcitas de grano fino (Palacios, 1994).



**Fotografía 3.5** Lutitas gris verdosas de la Formación Chaleco de Paño. Vista al SE en la localidad El Gavilán.

### 3.1.2.3 Formación Cerro Prieto (Ps-cp)

Describe una secuencia de metalutitas gris verdosas, areniscas, algunos lentes de conglomerados y calizas azuladas, discordantes sobre de la Formación Chaleco de Paño e igualmente discordante debajo de la Formación Palaus. Se reconocen algunos niveles de caliza en estratos gruesos.

### 3.1.2.4 Formación Palaus (Ps-p)

Constituida de areniscas cuarzosas grises que pasan en la parte superior a grano grueso, microconglomeráticas y brechoides, intercalándose con estratos delgados de areniscas arcillosas, lutitas gris verdosas amarillentas a pardo rojizo, que contienen nódulos arenosos. Hacia la parte superior siguen areniscas cuarcíticas de grano fino de color amarillo ocre, que se intemperizan a colores pardo rojizos, seguido de niveles conglomeráticos con clastos redondeados de 2 a 3 cm de cuarcitas y restos retrabajados de fósiles. En la parte alta consta de limolitas amarillo ocre que intemperizan a pardo rojizo por oxidación, además de lutitas gris verdosas de aspecto astilloso (Palacios, 1994).

## **3.1.3 Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico inferior**

### 3.1.3.1 Formación Gigantal (Ki-gi)

Según Rojas (2010), se trata de una secuencia clástica mayormente conglomerática que aflora en las inmediaciones del cerro Gigantal. Los cantos de este conglomerado están constituidos de cuarcitas y pizarras del Paleozoico, dentro de una matriz arenosa micácea; sus diámetros pueden variar de 5 cm hasta 20 cm.

## **3.1.4 Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior**

### 3.1.4.1 Formación Pananga (Ki-p)

Corresponde a una secuencia carbonatada depositada en una plataforma somera de mar abierto, alrededor de las montañas de los Amotapes y La Brea. Chalco (1955) midió una sección constituida de calizas grises rosáceas (fotografía 3.6), que pasan localmente a facies arrecifales masivas, que contienen niveles de guijarros. En la parte inferior se observan areniscas calcáreas con concreciones ferruginosas (Palacios, 1994).



**Fotografía 3.6** Afloramiento de la Formación Pananga compuesto de calizas gris rosadas intercaladas con lutitas. Vista al SE en la quebrada Pariñas

#### 3.1.4.2 Formación Muerto (Ki-m)

El miembro inferior consta de calizas micríticas y margas grises oscuras en capas laminadas y lajosas, intercaladas con areniscas calcáreas gris verdosas que contienen almohadillas calcáreas y arcillitas. El miembro superior contiene limolitas gris oscuras intercaladas con lutitas astillosas, calizas gris oscuras y arcosas grises de grano fino con zonas de limoarcillas negras (Rojas, 2010).

### **3.1.5 Volcánico - sedimentarios del Cretácico**

#### 3.1.5.1 Grupo San Pedro (Kim-sp)

Esta secuencia regionalmente no es continua, probablemente por la geometría lenticular de sus miembros. Es así que en la localidad de San Antonio contiene calizas bituminosas superpuestas por areniscas limosas oscuras, además de capas lenticulares de calizas y nódulos calcáreos. En el río Quiroz el tope consiste de cuarcitas gris claras, en capas tabulares intercaladas con limolitas tobáceas (Reyes & Caldas, 1987).

#### 3.1.5.2 Volcánico Ereo (Km-ve)

Su litología está compuesta por andesitas basálticas porfiríticas o brechas piroclásticas con tonalidades gris oscuras, observadas

en el yacimiento de Tambo Grande. Las intercalaciones félsicas son rocas leucócratas de composición riolítica y textura afanítica. Frecuentemente contienen sulfuros diseminados que constituyen sombreros de hierro y yacimientos filoneanos (Reyes & Caldas, 1987).

#### 3.1.5.3 Volcánico La Bocana (Km-vb)

Presenta dos miembros litológicos característicos: el inferior es esencialmente aglomerádico de composición andesítica a dacítica, mientras que el miembro superior contiene en la base lavas e ignimbritas bien estratificadas, intercaladas con calizas y margas; en el tope de este miembro se encuentran brechas andesíticas (Reyes & Caldas, 1987).

#### 3.1.5.4 Volcánico Lancones (Km-vl)

Se inicia con flujos lávicos andesíticos, aglomerados volcánicos (fotografías 3.7 y 3.8) y flujos de ignimbritas masivas de color marrón rojizo a gris claro, que se intercalan con niveles volcanoclásticos. Hacia el tope se observan estratos irregulares de andesitas porfiríticas de color gris marrón en superficie, además de brechas, areniscas volcanoclásticas. Esta secuencia culmina con lavas andesíticas fracturadas y aglomerados volcánicos (Rojas, 2010).



**Fotografía 3.7** Bloques de aglomerado volcánico con clastos y matriz de composición andesítica. Margen derecha de la quebrada Quiroz



**Fotografía 3.8** Bloques de aglomerado volcánico con clastos y matriz de composición andesítica. Margen derecha de la quebrada Quiroz

### 3.1.6 Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior

#### 3.1.6.1 Formación Huasimal (Ks-hu)

Presenta lutitas negras carbonosas, astillosas y deleznales, calcilutitas en capas delgadas, pasando a areniscas de matriz tobácea de color gris amarillento, en bancos de 2 m a 4 m que se intercalan con lutitas grises a negras de matriz limolítica y marcas de corriente, seguidas de areniscas gris verdosas de matriz arcillo-tobácea con contenido de carbonatos en la matriz (Palacios, 1994). Entre las capas de areniscas existen nódulos calcáreos de color oscuro de formas circulares y tabulares, con diámetros de hasta 30 cm (fotografía 3.9).

#### 3.1.6.2 Formación Jahuay Negro (Ks-jn)

Se reconoce un miembro inferior arenoso con canales rellenos por arenas de grano medio a grueso. El miembro superior presenta lutitas y limolitas oscuras carbonosas (fotografía 3.10), intercaladas con areniscas de estratificación delgada. Las areniscas del miembro inferior son feldespáticas, y alternan con lutitas que pasan gradualmente a limolitas.

Dichas areniscas presentan estratos bien definidos de color gris blanquecino, así también se observan grauvacas verdosas algo tobáceas (Palacios, 1994).



**Fotografía 3.9** Areniscas con nódulos calcáreos de la Formación Huasimal en la quebrada Chilco



**Fotografía 3.10** Intercalación de lutitas grises y limolitas de la Formación Jaguay Negro en la quebrada Pampa El Cardo

### 3.1.6.3 Formación Encuentros (Ks-e)

El miembro inferior consiste de lutitas marrón-verdosas a verde claro que intemperiza a coloraciones rojizas, seguidas de areniscas verde-blanquecinas con nódulos calcáreos. Se intercalan estratos de areniscas bituminosas, así como niveles

conglomerádicos. El miembro superior presenta lutitas oscuras a gris verdosas, astillosas en estratos de aproximadamente 50 m. En menor proporción se intercalan areniscas feldespáticas y algunos niveles de conglomerados (Palacios, 1994). En el área prospectada se observan también secuencias sedimentarias silicoclásticas estrato decrecientes (fotografía 3.11).



**Fotografía 3.11** Secuencia estrato decreciente de conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas, perteneciente a la Formación Encuentros en la quebrada La Ventana

#### 3.1.6.4 Formación Tablones (Ks-ta)

Se trata de conglomerados grises con cantos subredondeados a subangulosos que corresponden a cuarcitas, filitas, esquistos,

granitos, areniscas y calizas dentro de una matriz arcósica (fotografía 3.12). Hacia la parte superior se intercalan niveles de areniscas que pasan a lutitas de la Formación Pazul (Palacios, 1994).



**Fotografía 3.12** Conglomerados con clastos de areniscas, esquistos y cuarcitas en el lecho de la quebrada Perritas

### 3.1.6.5 Formación Tortuga (Ks-t)

Corresponde a una secuencia conglomerádica brechoide. Alternan lutitas en niveles medianos, lodolitas y brechas abigarradas derivadas de rocas paleozoicas, seguidas de conglomerados y brechas rojizas con limolitas y areniscas brechoides en la parte media. Hacia la parte superior se observan conglomerados de color púrpura ocre a gris (Palacios, 1994).

### 3.1.6.6 Formación Pazul (Ks-pa)

Chalco A. (1955) describe con este nombre a la secuencia lutácea oscura que continúa a los conglomerados y areniscas de la Formación Tablones. Se trata de lutitas micáceas y lodolitas oscuras a negras carbonosas de disyunción astillosa (fotografía 3.13).



Fotografía 3.13 Afloramiento de lodolitas grises deleznales de la Formación Pazul. Vista al SE de la margen derecha del río Pazul

## **3.1.7 Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno**

### 3.1.7.1 Formación Yapatera (Ti-y)

Está compuesta por conglomerados diagenizados intercalados con areniscas tobáceas. Esta unidad tiene coloración rojiza a violácea debido a procesos de oxidación, los guijarros y materiales de piedemonte están compuestos por cuarcitas, procedentes posiblemente de la erosión de cuarcitas cretácicas (Reyes & Caldas, 1987).

### 3.1.7.2 Grupo Salinas (Tp-s)

Presenta estratos de areniscas verdes a marrón grisáceo de grano fino (fotografía 3.14). Se intercalan con areniscas de grano grueso y en algunos sectores se presentan algunos conglomerados de color púrpura oscuro. En la parte superior se puede observar lutitas pizarrosas, en algunos casos lutitas moteadas y abigarradas (Palacios, 1994).





**Fotografía 3.14** Afloramiento de areniscas grises pertenecientes al Grupo Salinas en la margen izquierda de la quebrada Yerba Buena

#### 3.1.7.3 Formación Palegreda (Tp-pg)

Está constituida por lutitas de colores claros con areniscas limolíticas, en las que se nota la presencia de óxido de hierro. En la parte inferior, las areniscas están intercaladas con lutitas oscuras y lentes de limolitas con contenido de microfauna.

#### 3.1.7.4 Formación Pariñas (Te-pr)

En esta formación se puede diferenciar dos horizontes de areniscas diferentes y separadas por un horizonte de lutitas aproximadamente de 30 m. Una característica peculiar de esta formación es la abundancia de madera petrificada; en algunos lugares se reportan troncos de hasta 50 cm de diámetro con longitudes de 3 m a 6 m.

#### 3.1.7.5 Formación Chacra (Te-cha)

Su litología está formada principalmente por lutitas, razón por la cual se le conoce como "Lutitas Chacra". Presenta también

areniscas gris oscuras que al intemperizarse toman un color verde olivo.

#### 3.1.7.6 Grupo Talara (Te-t)

La sección inferior conocida como "Lutitas Talara" consta de lutitas grises a negras bituminosas muy laminadas y compactas con contenido de microfauna. En algunas partes presenta un conglomerado cuarzoso llamado "Conglomerado Lomitos". La sección media es conocida también como "Areniscas Talara" y está compuesta de areniscas de grano fino a medio (figura 3.4). Presenta estructuras de rizaduras de oleaje, lo que indica que la cuenca se tornaba moderadamente somera. La sección superior es una unidad transgresiva con disposición de facies lutáceas y es conocida como "Lutitas Pozo", constituida por lutitas gris verdosas con laminación delgada e intercalaciones regulares de areniscas a veces calcáreas, bien estratificadas y compactas (Palacios, 1994).



**Figura 3.4** Microconglomerados del Grupo Talara sobreyaciendo a una secuencia de areniscas de grano fino. Vista al SE de la quebrada Angostura

### 3.1.7.7 Formación Verdún (Te-v)

Esta secuencia, por lo general, es clástica y consiste de una intercalación de areniscas de grano medio a grueso, ligeramente diagenizadas, con lutitas laminares algo bentónicas (fotografía 3.15), que al alterarse adquieren un color gris verdoso a

amarillento (Palacios, 1994). En Punta Bravo (al norte de Los Órganos), presenta un conglomerado basal con clastos de granitos provenientes del basamento. Sobre este conglomerado yacen areniscas blancas cuarzosas bien estratificadas y sobre estas se observan lutitas gris verdosas.



**Fotografía 3.15** Intercalación de areniscas de grano medio con lutitas gris verdosas de la Formación Verdún. Vista al norte de la quebrada Faiquillal

### 3.1.7.8 Formación Chira (Te-ch)

Consta en su parte inferior de lutitas bentónicas laminadas, en capas muy delgadas que son conocidas como "Lutitas Papel" de tonalidades oscuras, que al intemperizarse adquieren un color marrón rojizo. Hacia la parte superior presentan areniscas intercaladas con lutitas micáceas. La parte media

está compuesta de areniscas blanquecinas de grano grueso con horizontes conglomerádicos. En la parte superior se observa nuevamente lutitas y limolitas grises a marrones (fotografía 3.16), areniscas, limolitas o lutitas bentónicas y tobas amarillo verdosas que debido a la alteración presentan colores blanquecinos (Palacios, 1994).



**Fotografía 3.16** Lutitas intercaladas con limolitas de la Formación Chira en la quebrada Cerro Negro de la localidad de Totorá

### 3.1.7.9 Formación Mirador (Te-mi)

Está ubicada en la localidad de Carpitás; esta formación consta de conglomerados con clastos de cuarcita, cuarzo y algunas lodolitas de 2 cm a 10 cm de diámetro, todo en una matriz arenosa. La parte superior está compuesta de areniscas grises oscuras de grano grueso con cuarzo, feldespato, arcilla una matriz limosa. En el sector Máncora-Fernández, la secuencia consiste de lutitas grises, marrones y amarillentas, con estratificación delgada, intercaladas con niveles de 50 cm de espesor de areniscas gris blanquecinas, de grano medio (Rojas, 2010).

### 3.1.7.10 Formación Carpitás (Te-c)

Es una secuencia lutácea con intercalaciones de areniscas. Las lutitas son gris plomizas, con tonos rojizos por intemperismo, finamente estratificadas. Así mismo, presenta nódulos de arcilla

y delgados niveles de yeso. Las areniscas son de grano medio, color beige, medianamente clasificadas y se presentan en capas delgadas (Palacios, 1994).

### 3.1.7.11 Formación Máncora (To-m)

Está constituida por areniscas de grano fino a grueso (fotografía 3.17), con matices abigarrados por intemperismo, dispuestas en estratos bien definidos. Así también, se observan niveles lenticulares de conglomerados con matriz arcillosa y a veces con carbón y concreciones ferruginosas. En la quebrada Plateritos, se presentan areniscas tobáceas conglomerádicas de color gris claro; hacia la parte superior pasa a areniscas conglomerádicas blanquecinas, intercaladas con brechas de clastos subangulosos de cuarcitas, calizas, dentro de una matriz de arena cuarzosa. Sobre los niveles tobáceos se encuentra una secuencia de lutitas verde amarillentas con intercalaciones de areniscas (Palacios, 1994).



**Fotografía 3.17** Areniscas de grano medio intercaladas con delgados niveles de lutitas de la Formación Máncora. Vista al NE de la quebrada Pilar

#### 3.1.7.12 Formación Heath (To-h)

La base de esta secuencia presenta lutitas gris verdosas con nódulos calcáreos discoidales, siguen areniscas cuarzosas de grano grueso en una matriz arcillosa, con intercalaciones de lutitas verdes que por intemperismo adquieren un color ocre. En la parte superior se observan niveles de lutitas arcillosas de color marrón oscuro, que presentan mucho yeso acicular; además, la estratificación es delgada y de aspecto terroso.

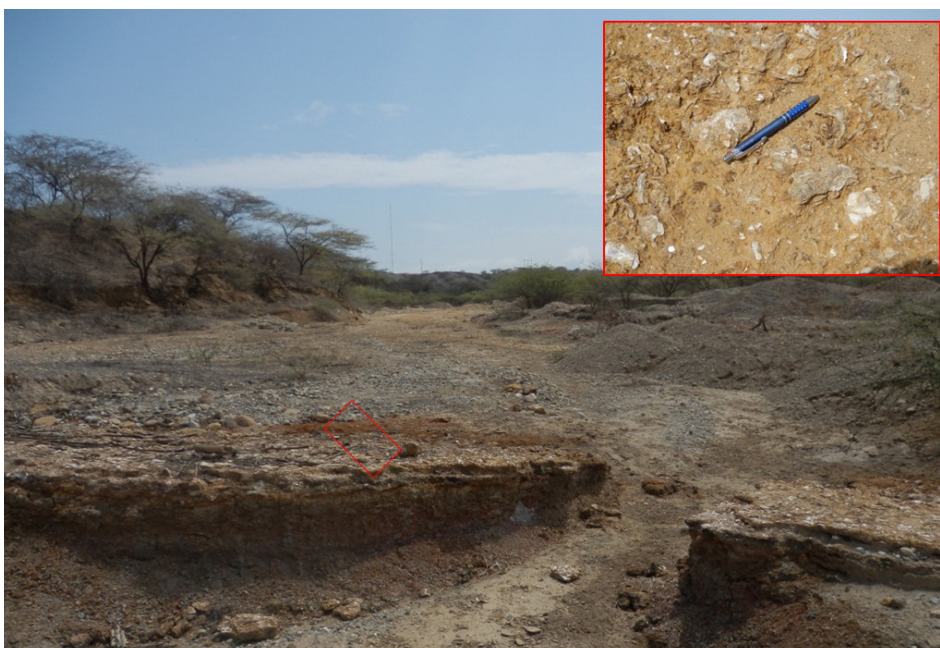
#### 3.1.7.13 Formación Zorritos (Tm-z)

Esta formación ha sido dividida en 3 miembros: inferior, medio y superior. El miembro inferior consiste de lutitas marrón grisáceas, carbonosas con intercalaciones de lutitas grises a verdosas. En la parte superior de este miembro se presentan lutitas bentoníticas, además de lutitas fosilíferas

evidenciadas en la quebrada Charán (figura 3.5). El miembro medio está constituido por horizontes de areniscas de grano fino y en partes conglomerados finos interestratificados con lutitas grises a verde olivo o capas carbonosas, piritosas y ocasionalmente lutitas rojas. El miembro superior presenta areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con lutitas bentoníticas de color verde claro y lutitas carbonosas con escasa pirita (Palacios, 1994).

#### 3.1.7.14 Formación Cardalitos (Tm-c)

Peterson (1936) describe en la base arenas intercaladas con arcillas arenosas y conglomerados; en la parte media, arcillas plumizas oscuras y claras con intercalación de arenas sueltas en capas delgadas (fotografía 3.18). La parte superior está formada por arcillas con bancos de arena (Palacios, 1994).



**Figura 3.5** Lutitas fosilíferas con yeso en el lecho de la quebrada Charán



**Fotografía 3.18** Formación Cardalitos, areniscas beige amarillentas poco compactadas y sobre estas arcillitas grises moderadamente oxidadas

### 3.1.7.15 Formación Miramar (Tm-m)

La base presenta un conglomerado que está constituido por arcosas poco compactas y en algunos niveles son arenas deleznable, que son socavadas fácilmente por la erosión formando cornisas. La parte media consta de areniscas de grano fino y matriz areno-arcillosa. En la carretera Sechura-Piura, la secuencia se inicia con conglomerados aluviales oxidados; hacia el tope siguen capas delgadas de areniscas friables con laminación cruzada (Palacios, 1994).

### 3.1.7.16 Formación Tumbes (Tm-t)

Está constituida de abajo hacia arriba por lutitas arcillosas abigarradas, con niveles muy finos de areniscas poco consolidadas y niveles amarillentos debido a la descomposición del yeso. La parte media consiste de areniscas tobáceas de grano fino a medio bien clasificadas; siguen areniscas beige de grano grueso, en estratos de un metro de grosor y sobre estos existen lutitas con niveles de areniscas.

### 3.1.7.17 Formación Tambo Grande (Ts-tg)

La secuencia consiste de estratos gruesos de areniscas blanco grisáceas poco consolidadas, que se intercalan con niveles lenticulares de cenizas blanquecinas de naturaleza dacítica, areniscas tobáceas, lodolitas grises y microconglomerados (Palacios, 1994).

## **3.1.8 Volcánicos del Neógeno**

### 3.1.8.1 Volcánico Llama (Ti-vll)

Es una secuencia de andesitas que afloran cerca de la localidad de Llama, las mismas que se extienden sobre una vasta área, en la cual su litología varía de norte a sur. Esta unidad está conformada por bancos gruesos de brechas piroclásticas andesíticas, gris-violáceas a moradas, intercalados con niveles de tobas ácidas blanco-verdosas. Ocasionalmente, se observan conglomerados volcánicos. En el cuadrángulo de Huancabamba presenta niveles sedimentarios de origen lacustre (Reyes & Caldas, 1987).

### 3.1.8.2 Volcánico Porculla (Tim-vp)

El Volcánico Porculla está constituido mayormente por tobas andesíticas y riolíticas, grises blanquecinas. Se presenta en bancos masivos y se caracterizan por conformar farallones a lo largo de los flancos de los cursos fluviales. Se distingue la intercalación de brechas piroclásticas andesíticas y lavas de la misma composición.

### 3.1.8.3 Volcánico Shimbe (Tms-vsh)

Con ese nombre se conoce a una secuencia andesítica subhorizontal que aflora al norte de Huancabamba (laguna Shimbe), frontera con el Ecuador. Está compuesto de andesitas lávicas gris verdosas en bancos masivos con algunas intercalaciones de tobas andesíticas.

### 3.1.8.4 Volcánico Huaypirá (TQ-vh)

El material volcánico está constituido por andesitas piroclásticas de color gris violáceas, en algunos sectores son de color gris azulinas a moradas con textura porfirítica (Reyes & Caldas, 1987).

## **3.1.9 Depósitos cuaternarios**

### 3.1.9.1 Tablazo Máncora (Qp-tm)

Se componen de conglomerados con cantos de rocas de diferente naturaleza, arenas finas o gruesas y material bioclástico con fragmentos de conchas, todo dentro de una matriz arenosa y salina que representan facies de aguas cercanas al litoral.

### 3.1.9.2 Tablazo Talara (Qp-tt)

La litología varía en razón de la distancia al mar, se constituye de lumaquelas poco consolidadas en una matriz bioclástica o arcosas. En sectores más orientales, está constituido por coquinas. Asimismo, los clastos son de naturaleza variada, provenientes de la Cordillera Occidental.

### 3.1.9.3 Tablazo Lobitos (Qp-tl)

Es una secuencia conglomerádica poco consolidada, con rodados subangulosos y de naturaleza variada; incluye formas faunísticas bien conservadas no fosilizadas, todo en una matriz bioclástica o areniscosa.

### 3.1.9.4 Depósitos aluviales antiguos (Qp-al)

Estos depósitos están constituidos por conglomerados con rodados principalmente de cuarcita, arenisca y rocas metamórficas como esquistos, además de rocas volcánicas e intrusivas.

### 3.1.9.5 Depósitos aluviales recientes (Qr-al)

Constituyen el relleno de los actuales cauces fluviales. Corresponden a conglomerados y arenas que decrecen en tamaño, desde las partes altas hasta la desembocadura, donde predominan arenas y limos.

### 3.1.9.6 Depósitos eólicos (Qr-e)

Los depósitos eólicos antiguos forman gruesos mantos de arena acarreada por el viento, pobremente diagenizados, que forman colinas disectadas por una red dendrítica muy característica de la región, mientras que los depósitos eólicos recientes constituyen barjanes en movimiento, dunas gigantes o mantos delgados de arena.

### 3.1.9.7 Depósitos lacustres (Qm-ml)

Estos depósitos están formados por llanuras de inundación que se encuentran en estado de colmatación con arenas eólicas. Debido a esto, las zonas más profundas están constituidas por lodos o arcillas bituminosas grises a negras, mientras que en la superficie son arenas salobres húmedas o costras de arena con caliche.

### 3.1.9.8 Depósitos de playa (Q-m)

Constituyen franjas angostas y recientes de arena de playa, que comprenden las zonas de alta marea o limitadas por cordones litorales, que son depósitos de influencia marina y continental, formados por la emersión de costas en forma de pequeñas colinas de arena. Las playas recientes son fuente de aporte para los barjanes en movimiento (Palacios, 1994).

## 3.2 ROCAS ÍGNEAS

En la parte occidental del área de estudio afloran cuerpos intrusivos que corresponden a diferentes eventos magmáticos,

reconociéndose granitos antiguos probablemente del Paleozoico inferior, granitos del Paleozoico superior y gabrodioritas del Cretácico superior (Palacios, 1994). Al oriente afloran cuerpos ígneos del Cretácico superior-Paleógeno, que corresponderían al sector septentrional del Batolito de la Costa (Pitcher, 1978).

Según las dataciones radiométricas realizadas por Winter (2008) y Ulrich (2005), se observa que las intrusiones más antiguas afloran en la zona oeste del área de estudio. En cambio, en la zona este las edades de los cuerpos ígneos varían desde las más antiguas a las más jóvenes en dirección este-oeste (figura 3.9).

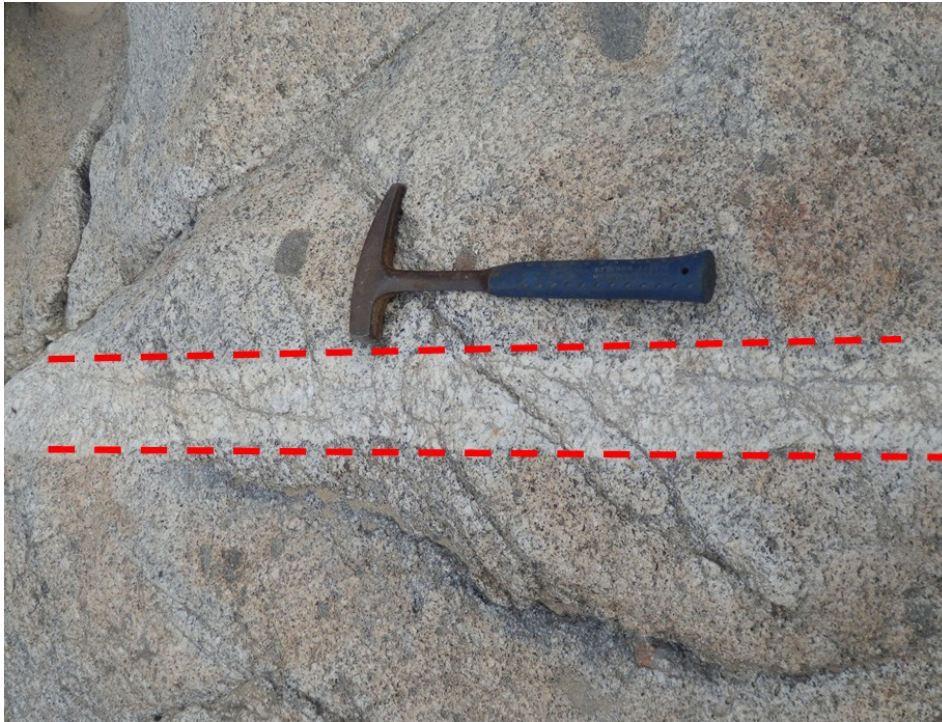
### 3.2.1 Intrusivos del Paleozoico-Triásico

#### 3.2.1.1 Granitoide del Pérmico-Triásico (PT-gr)

Se ubica en el área de Paita y en el curso medio del río Tumbes (fotografía 3.19), donde forma el flanco noroccidental de la Cordillera Amotapes-La Brea. Estos cuerpos de composición félsica se relacionan a los enjambres aplíticos y diques pegmatíticos que cortan la serie metamórfica paleozoica. Los granitos presentan texturas de grano medio a grueso y por efecto del tectonismo muestran en algunas partes una gneisificación incipiente (fotografía 3.20). Se considera dentro de estas rocas intrusivas a los cuerpos de composición félsica, mayormente granitos; es el caso del Granito de Paita, Granito Higuierón, Granito del Cerro Negro y los granitos del Macizo de la Brea (Palacios, 1994).



**Fotografía 3.19** Granito del Paleozoico en la margen derecha de la quebrada Ocumares. Nótese la orientación definida de los minerales máficos.



**Fotografía 3.20** Granito con gneisificación incipiente cortado por aplita de aproximadamente 15 cm de espesor

### 3.2.1.2 Granitoide del Triásico (Tr-gr)

El basamento del Terreno Parautóctono Amotape está constituido por metasedimentos de edad paleozoica (Palacios, 1994; Sánchez et al., 2006a), intruidos por granitoides que en algunos casos tienen edades triásicas (Sánchez et al., 2006b). Cuatro muestras correspondientes al granito y ortogneis de Higuero y al ortogneis de Paita, sometidas al método Ar/Ar, evidenciaron edades del Triásico superior entre 223 Ma y 219 Ma (Sánchez et al., 2006b).

En el basamento cristalino del extremo noroeste de Perú afloran un conjunto de granitoides triásicos correspondientes a una asociación granítica de tipo S. En los extremos norte (Zarumilla-Angostura) y sur (Illescas) se encuentran migmatitas y

granitoides migmatíticos peraluminicos, que varían entre tonalitas y leucogranitos, los cuales pertenecen a un dominio autóctono catazonal. En el sector central (Huaypirá) afloran monzogranitos y granitos biotíticos con moscovita y frecuentes fenocristales de cordierita, que tienen texturas hipidiomórficas de grano grueso, porfídicas o con megacristales de feldespato potásico disperso, emplazados en metasedimentos silicoclásticos del Paleozoico inferior a medio, que corresponden a plutones desenraizados de carácter alóctono y epizonal (Bellido et al., 2008).

Durante los trabajos de campo a lo largo del río Tumbes, se han identificado afloramientos de granitoides cortados por aplitas y venillas de cuarzo blanco de espesores variables, tal como se aprecian en las figuras 3.6 y 3.7.



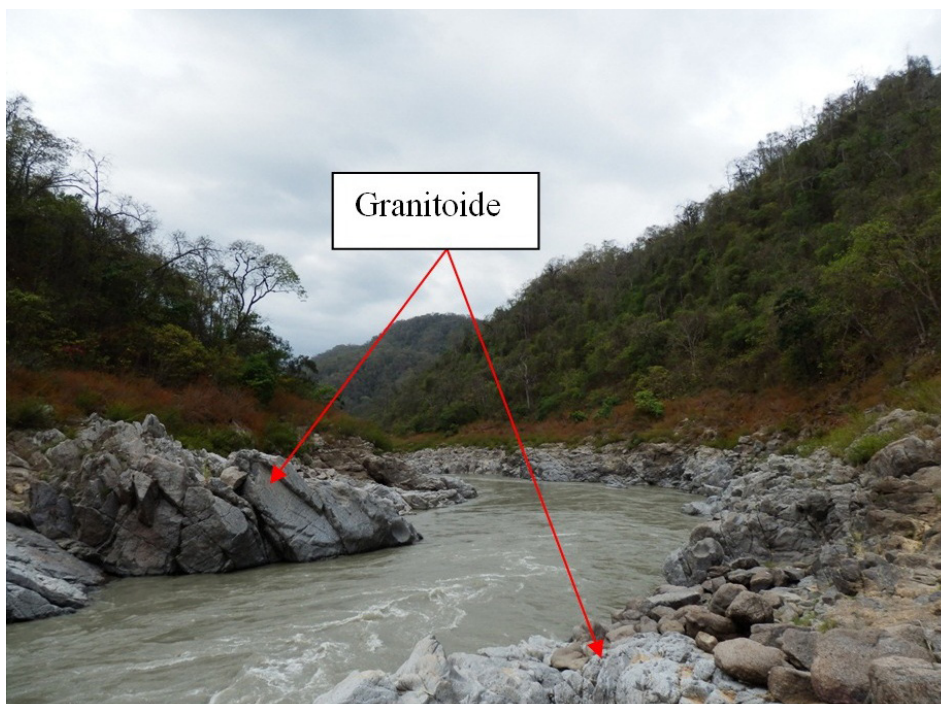


Figura 3.6 Granitoides del Triásico superior en el río Tumbes, paraje El Saucillo



Figura 3.7 Venilla de cuarzo blanco en granitoide del Triásico. Río Tumbes, paraje Pellejitos

### 3.2.2 Intrusivos del Cretácico superior- Paleógeno

Estas rocas constituyen los cuerpos intrusivos más occidentales del Batolito de la Costa y afloran en la cuenca Lancones, intruyendo a la secuencia marina del Cretácico. Se tienen dioritas y gabrodioritas que afloran a los alrededores de la localidad de Lancones.

#### 3.2.2.1 Gabrodiorita Lancones (Kti-gb/di)

Aflora en los alrededores del poblado del mismo nombre y se extiende hasta la laguna de Poechos. Estos cuerpos intruyen a las formaciones Jahuary Negro y Encuentros, dando lugar a una aureola de metamorfismo en las lutitas y areniscas, la cual se puede observar en la Quebrada Cabrería, cerca de la localidad Jerguitas. Estas rocas son de color verde oscuro de grano grueso y textura porfiroidea (Palacios, 1994).

#### 3.2.2.2 Complejo Plutónico las Lomas

Con esta denominación se agrupa a un conjunto de rocas plutónicas que afloran principalmente en los alrededores

de la localidad Las Lomas. Su distribución espacial tiene aparentemente las características de un complejo centrado o complejo anular (Reyes & Caldas, 1987).

#### A. Gabros Las Lomas (KT-g)

Este tipo de rocas afloran en el paraje El Noque; se trata de una roca oscura de grano grueso, con grandes fenocristales de plagioclasas grises blanquecinos, de bordes redondeados, generalmente zonados; además de fenocristales de anfíboles y piroxenos euhedrales entrecruzados con las plagioclasas (Rodríguez, 2012).

#### B. Diorita Malingas (KT-d-m)

Su mejor afloramiento se encuentra en la parte sur del cuadrángulo de las Lomas, en los cerros Malingas, así como en los alrededores del complejo central de la localidad homónima en el cuadrángulo de Morropón. La litología varía entre diorita y diorita cuarcífera (fotografía 3.21), generalmente tiene una textura granular de grano medio y color gris claro (Reyes & Caldas, 1987).



**Fotografía 3.21** Diorita fuertemente fracturada con relleno de óxidos de hierro. Localidad de Carrizalillo (coordenadas UTM WGS84: 9491628 N, 576668 E)

### C. Tonalita Canoso (KT-t-c)

Aflora en el cerro El Canoso a 5 km al sureste de la localidad de Poechos y constituye el único afloramiento de esta roca en la zona de estudio. El plutón corresponde a una tonalita porfídica gris clara, de grano medio con fenocristales de plagioclasa. La alteración hidrotermal ha dado como resultado la formación de sericita, arcillas, estilbita, actinolita, clorita, epidota, "limonitas" y calcita (Reyes & Caldas, 1987).

### D. Granodiorita Purgatorio (KT-gr-p)

La denominación viene del cerro Purgatorio, que se encuentra en la parte alta de la localidad La Bocana, los cuerpos

granodioríticos conforman macizos elevados al oeste de Las Lomas y están relacionados con la mineralización de Potrobayo, aflorando también cerca de la pampa Zapotal. La roca es una granodiorita blanca grisácea (Reyes & Caldas, 1987).

### E. Granodiorita Las Lomas (KT-gd-l)

Aflora en los alrededores de Las Lomas y hacia el sector central del cuerpo se observa una intrusión monzogranítica. La roca predominante es de composición tonalítica, gradando a granodiorita (fotografía 3.22). En el primer caso, el feldespato predominante es la plagioclasa euhedral; asimismo, se observan granos de cuarzo anhedral y lamelas de biotita negra, además de cristales tabulares de hornblenda (Reyes & Caldas, 1987).



**Fotografía 3.22** Granodiorita cortada por un dique andesítico. Vista al NO de la margen derecha de la quebrada Del Salado, localidad de Los Encuentros de Pichones

### F. Monzogranito Peña Blanca (KT-mg-pb)

Reyes & Caldas (1987) describen este cuerpo ígneo de la siguiente manera. Conforman el macizo Peña Blanca a 8 km al norte de Las Lomas; se extiende al sur hasta la curva del

río Chipillico, constituyendo la porción central y más joven del complejo plutónico Las Lomas. La litología dominante corresponde a un monzogranito de grano medio a fino gris rosáceo, que varía a granito (fotografía 3.23).



**Fotografía 3.23** Monzogranito gris rosado, ubicado en la quebrada Chipillico de la localidad de Las Lomas (coordenadas UTM WGS84: 9483591 N, 583192 E)

### 3.2.2.3 Tonalita Altamisa (KT-t-a)

La denominación proviene de la localidad de Altamisa, ubicada a 8 km al este de Chalaco, siguiendo hasta Huaracas. Este cuerpo intrusivo también se ha reconocido en la localidad de Sapillica. Corresponde a una tonalita gris clara de grano medio, cuyo rasgo distintivo es el contenido de agregados de biotita negra. Es importante mencionar que presenta una marcada foliación que le da un aspecto de gneis (Reyes & Caldas, 1987).

### 3.2.2.4 Tonalita-diorita Pambarumbe (KT-t, d-p)

Es el nombre con el cual se describe a un enorme plutón que aflora muy bien en la localidad del mismo nombre. Así mismo, aflora en el sector suroeste del cuadrángulo de Ayabaca, el cual se prolonga hasta la presa San Lorenzo. La litología dominante comprende una tonalita gris clara de textura granular alotriomórfica.

### 3.2.2.5 Granodiorita-tonalita Suyo (KT-gd, t-s)

Se describe con este nombre a un plutón granodiorítico que, marginalmente y en forma muy restringida, varía a tonalita. Aflora en los alrededores de la localidad de Suyo (fotografía

3.24). También existen afloramientos en el río Macará y en la esquina sureste del cuadrángulo de Las Playas.

Un plutón de esta naturaleza también aflora en el sector sureste del cuadrángulo de Pomahuaca, extendiéndose a los cuadrángulos de Incahuasi y Cutervo (Reyes & Caldas, 1987).

La granodiorita es de color gris claro de textura granular alotriomórfica, y tiene como minerales esenciales al cuarzo y plagioclasa, además de presentar microvenillas de epidota.

### 3.2.2.6 Granito Paltashaco (KT-gr-p)

Es considerado también como intrusivo de Tabaconas (Rodríguez, 2012). Se trata del plutón más importante y de mayor extensión de la zona de estudio, aflora en el río Piscán, presa San Lorenzo, cuadrángulo de Morropón y se extiende hacia Pacaipampa hasta el curso principal del río Quiroz. También se observan afloramientos en el cuadrángulo de Huancabamba y Tabaconas. Se trata de un granito de textura granular con ortosa levemente alterada a arcillas, plagioclasas con débil alteración sericítica y biotita opaca (fotografía 3.25). Existen dos afloramientos de gran extensión a lo largo del río Tabaconas.



**Fotografía 3.24** Granodiorita cortada por un dique andesítico y venillas de clorita-epídota. Lecho de la quebrada Suyo



**Fotografía 3.25** Muestra de granito alterado en el lecho de la quebrada Tumbes

### 3.2.2.7 Granitoides indiferenciados (KT-i)

En esta categoría, se reconocen rocas plutónicas ubicadas en los cuadrángulos de Olmos y Pomahuaca; dichas rocas han sufrido el proceso de cratonización y edificación de la Cordillera Occidental y la Cordillera de Sallique.

La litología varía entre tonalita y granodiorita, siendo en muchos casos similares a la tonalita-diorita Pambarumbe, principalmente en los cuadrángulos de Olmos, en donde son rocas grises leucócratas de grano medio a fino (Reyes & Caldas, 1987).

### 3.2.2.8 Intrusivos hipabisales

Dacita.- En los flancos de los ríos Huancabamba y Quismanche, afloran pequeñas apófisis de dacitas blancas a blanco grisáceas porfíricas, en la que destacan cristales de plagioclasas y cuarzo. La mayoría de estos cuerpos intruyen al Volcánico Porculla, por lo que su edad es probablemente del Paleógeno (Reyes & Caldas, 1987).

Andesita.- En los alrededores de las localidades de San Felipe y Piquijacase, se presentan cuerpos de andesitas gris verdosas porfíricas y brechas piroclásticas. Dichos cuerpos cortan a las

unidades del Cretácico y las brechas al Complejo Olmos (Reyes & Caldas, 1987).

En contraste a lo antes mencionado, Jaimes et al. (2012) mencionan que el emplazamiento del Batolito de la Costa (segmento Piura), en el área del cuadrángulo de Las Lomas, se ha desarrollado a lo largo de dos lineamientos plutónicos principales; uno hacia el este, que ha participado en la edificación y cratonización de la superunidad Paltashaco de la Cordillera Occidental, y otro hacia el oeste, que también edificó la parte central de la cuenca Lancones donde se han diferenciado las superunidades Las Lomas, Noque y la unidad Lagartos. Así mismo, otra herramienta importante que ha permitido la subdivisión de estas unidades han sido las relaciones de intrusión observadas en campo, entre las superunidades Las Lomas y Paltashaco. Gran parte de los intrusivos de estas unidades solo presentan una ligera alteración superficial, sobre todo por intemperismo.

Otra herramienta importante en estas definiciones han sido las últimas dataciones radiométricas (cuadro 3.1) realizadas principalmente por Winter (2008).

**Cuadro 3.1**  
**Dataciones radiométricas**

N°	Edad (Ma)	Error (±Ma)	Método	Material	Tipo de roca	Muestra	Longitud	Latitud	Referencia
1	220	1.5	U-Pb	Zircón	Monzogranito	PP-06	-80.896	-4.561	Bellido <i>et al.</i> (2009)
2	230	0	Ar-Ar	Hornblenda	Granito	LW-31	-81.142	-5.19	Winter (2008)
3	45.6	5.34	Ar-Ar	Hornblenda	Diorita	LW-36	-80.388	-4.707	Winter (2008)
4	48.06	5.81	Ar-Ar	Hornblenda	Granodiorita	LW-06	-80.464	-4.693	Winter (2008)
5	30.29	7.66	Ar-Ar	Hornblenda	Riolita	LW-07	-80.452	-4.674	Winter (2008)
6	70.84	1.91	Ar-Ar	Hornblenda	Granito	LW-85	-80.265	-4.654	Winter (2008)
7	56.86	2.77	Ar-Ar	Hornblenda	Intrusivo	LW-88	-80.199	-4.606	Winter (2008)
8	229.8	2.9	U-Pb	Zircón	Granodiorita	LW-030	-80.959	-5.154	Winter (2008)
9	78.6	1.9	U-Pb	Zircón	Granodiorita	3763w	-80.486	-4.754	Winter (2008)
10	542	0	U-Pb	Zircón	Riolita	LW-033	-80.372	-4.718	Winter (2008)
11	104.7	1.4	U-Pb	Zircón	Riolita	LW-016	-80.202	-4.699	Winter (2008)
12	91.1	1	U-Pb	Zircón	Riolita	LW-043	-80.395	-4.684	Winter (2008)
13	99.1	1.4	U-Pb	Zircón	Riolita	LW-013	-80.204	-4.68	Winter (2008)
14	97	0.4	U-Pb	Zircón	Dacita	LW-010	-80.208	-4.622	Winter (2008)
15	542	0	U-Pb	Zircón	Riolita	LW-066	-80.206	-4.62	Winter (2008)
16	98.8	1	U-Pb	Zircón	Andesita	LW-078	-80.208	-4.608	Winter (2008)
17	99.3	0.3	U-Pb	Zircón	Riolita	LW-086	-80.138	-4.552	Winter (2008)
18	90.3	5	U-Pb	Zircón	Dacita	LW-077	-80.275	-4.509	Winter (2008)
19	222	1.2	Ar-Ar	Moscovita	Granito	120204u	-81.147	-5.195	Ulrich (2005)
20	97.4	0.6	Ar-Ar	Biotita	Granito	41201103u	-79.929	-4.634	Ulrich (2005)
21	43	2.8	Ar-Ar	Hornblenda	Gabro	48231103u	-79.887	-4.407	Ulrich (2005)
22	219.5	1.2	Ar-Ar	Moscovita	Granito	1180603u	-80.406	-3.744	Ulrich (2005)

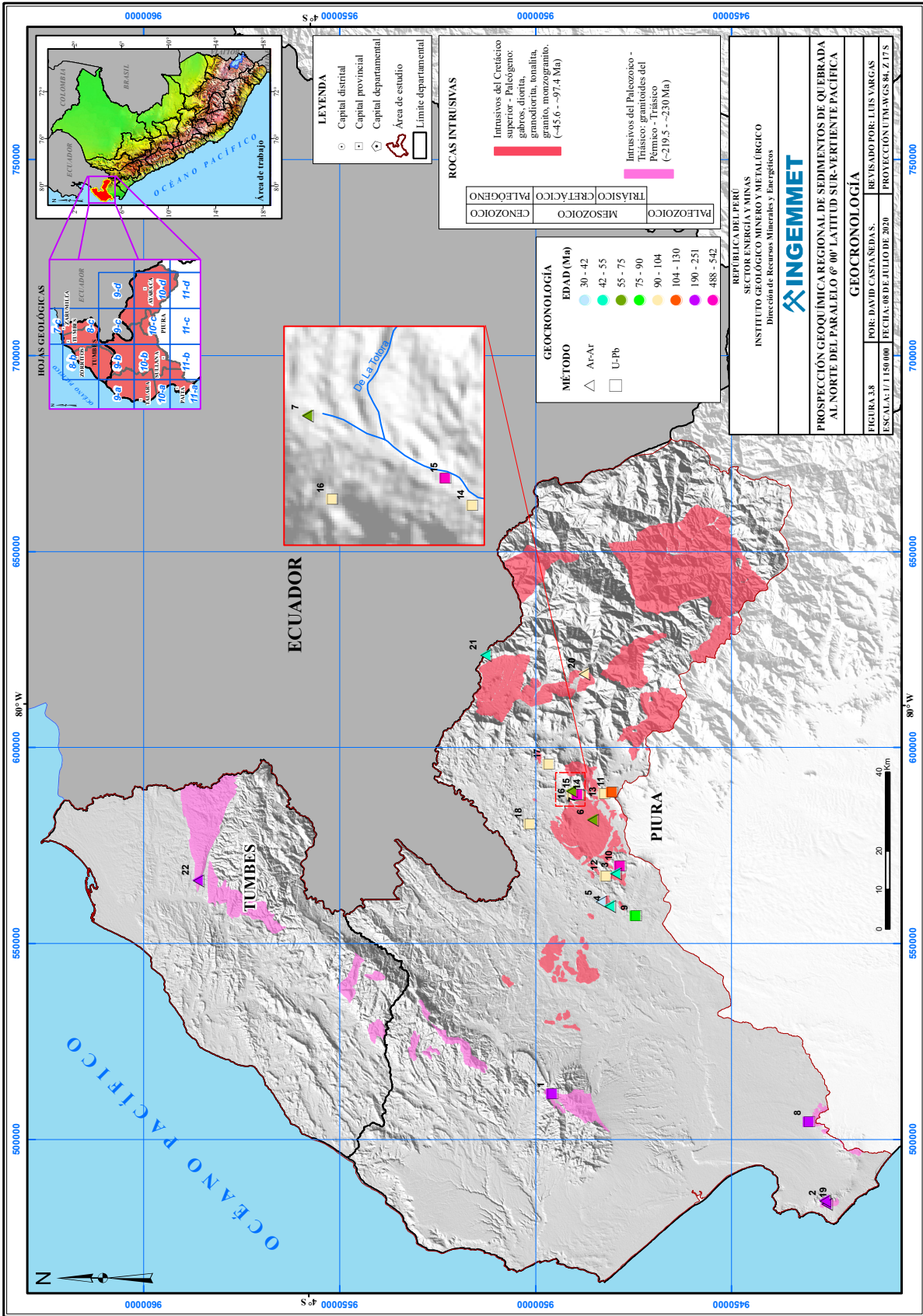


Figura 3.8 Geocronología

# CAPÍTULO IV

## GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

### 4.1 RASGOS TECTÓNICOS REGIONALES

El área estudiada comprende la región noroeste del Perú, una de las zonas tectónicas más complejas del país, caracterizada por una deformación cortical, limitada al sur por la deflexión de Huancabamba, donde los ejes de las estructuras, así como de las cuencas sedimentarias y macizos presentan un rumbo NNO-SSE, para luego tomar una dirección NE. Dicho rumbo se prolonga hacia territorio ecuatoriano (Palacios, 1994).

En el noroeste peruano existen rasgos estructurales que han determinado los límites de cuencas, las cuales no solo han controlado la sedimentación, sino que han jugado un papel importante en la evolución geotectónica del área de estudio.

Las estructuras más importantes en la zona de estudio son los macizos paleozoicos de Los Amotapes y La Brea, los altos estructurales de Lobitos y Negritos, la falla de Huaypirá, y hacia al este se tiene el arco de Olmos-Morropón. La figura 4.1 muestra las unidades estructurales propuestas, que a continuación se describen.

#### 4.1.1 Zona de horst y grabens (zona noroccidental)

Se localiza en el litoral costanero, entre Talara y Tumbes, limitada al este por los macizos paleozoicos Los Amotapes y La Brea, prolongándose al oeste hasta la plataforma continental (figura 4.1).

Según Martínez (1970), en esta zona se reconocen tres subprovincias: a) norte, que corresponde al sector septentrional del levantamiento de Lobitos, es decir la cuenca Progreso; b) Central, entre los levantamientos de Lobitos y Negritos, es decir la Cuenca Talara; y c) Sur, situada en la zona meridional del levantamiento de Negritos que abarca a Lagunitas y Portachuelo.

La característica principal de esta zona son los horst y grabens, además de fallas de alto ángulo, mayormente normales, aunque también se observan algunas fallas inversas, a veces como reactivación de fallas normales antiguas (figura 4.2). Las principales fallas regionales presentes en esta zona estructural son las siguientes: Tronco Mocho, Carpitás, Máncora, Carrizal, Papayal, Amotapes, El Angolo Cuzco, entre otras. Todas ellas de rumbo NE-SO, pero existen otras estructuras transversales como las fallas Pananga y Huaypirá al sur que tienen un rumbo EO.

Las fallas y fracturas transversales afectan el basamento, el mismo que condicionó los levantamientos al norte y sur de Talara, es decir el levantamiento de Lobitos y Negritos respectivamente, dejando una artesa al centro donde se depositan las secuencias clásticas del Eoceno (Palacios, 1994).

Las deformaciones de esta zona han sido intensas como resultado del tectonismo andino, teniendo como antecedente al tectonismo paleozoico que condicionó las fracturas y fallas en el basamento, el cual tendría enorme influencia en la cobertura cenozoica. Como consecuencia de ello, encontramos una era Cenozoica profundamente afectada por fallas complejas relacionadas a la deflexión de Huancabamba. Es así que los rumbos de las fallas muestran diversas direcciones. Sin embargo, las fallas regionales toman preferentemente el rumbo NE-SO, paralelas a la cadena paleozoica emergida al este (Palacios, 1994). A continuación, se describen las principales fallas de esta unidad estructural.

##### 4.1.1.1 Falla Carpitás

Se ubica a 7 kilómetros al sur de la localidad de Cancas y representa la estructura más importante de la localidad de Carpitás (figura 4.3, figura 4.4 y figura 4.5). Tiene un rumbo NE-SO con un buzamiento promedio de 55° al SE y un salto vertical de 1 150 metros (Manrique, 1993).



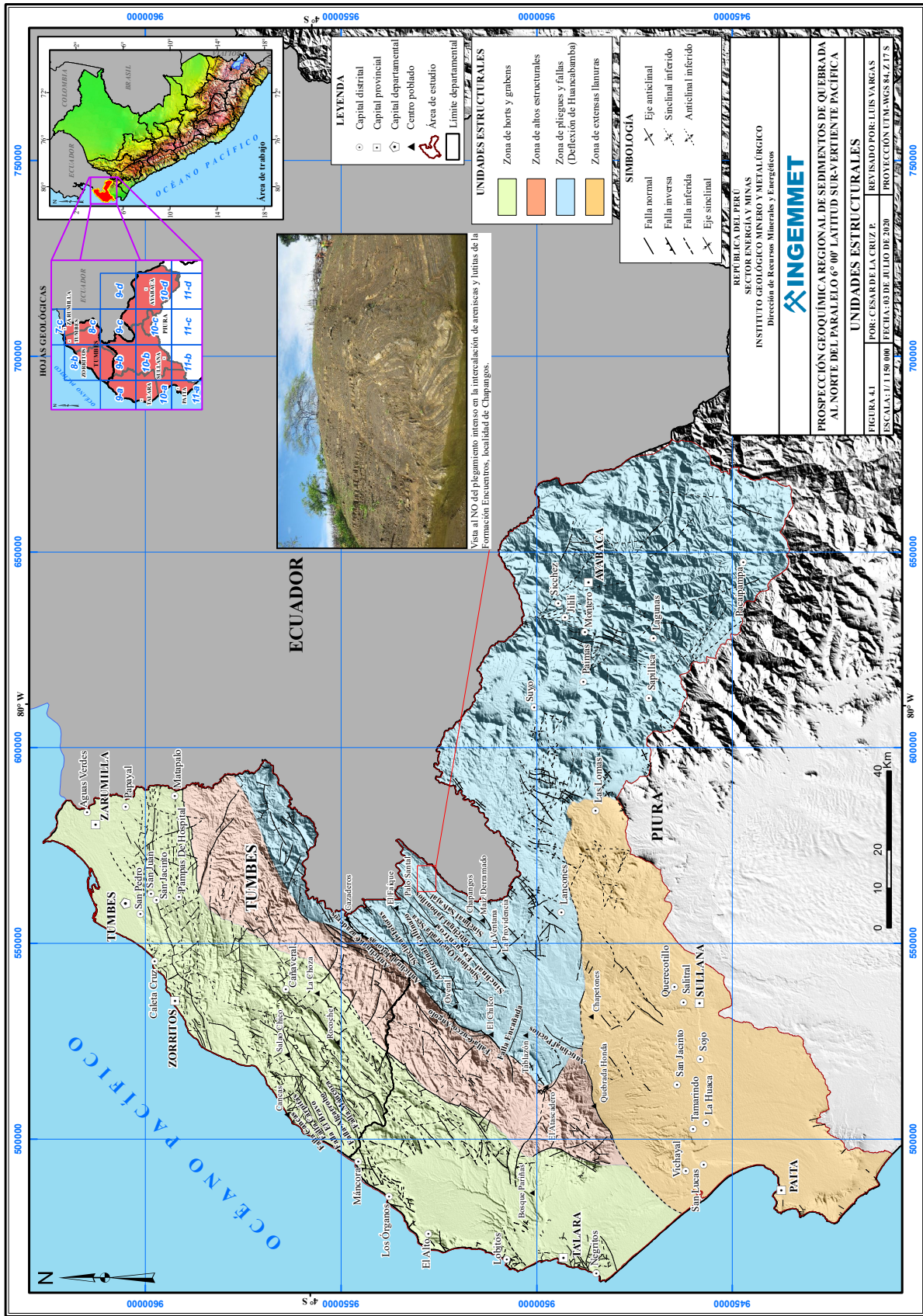
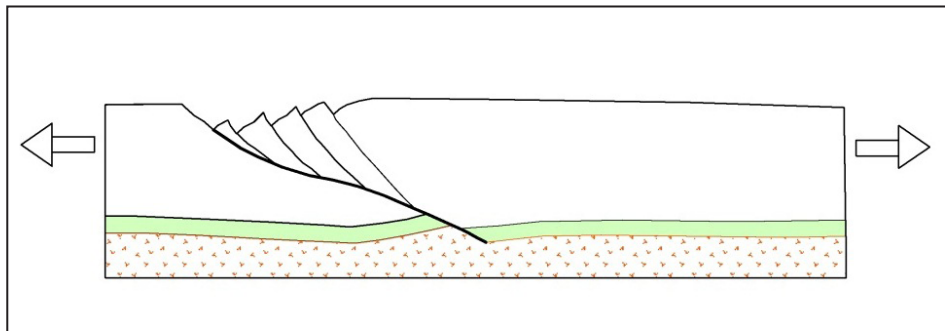


Figura 4.1 Unidades estructurales



**Figura 4.2** Diagrama que muestra las fallas de acomodación generadas por procesos distensivos. Tomado de Gibbs (1984)



**Figura 4.3** Secuencia Pliocena-Pleistocena que rellena el graben de Carpitas. Al fondo se observa la escarpa de Falla Carpitas a lo largo de la quebrada del mismo nombre (Quinto, 2006).



**Figura 4.4** Hacia la quebrada Seca por la quebrada Carrizales se puede observar la escarpa de la falla Carpitas (Quinto, 2006).

#### 4.1.1.2 Falla Cancas

Esta falla se ubica a 2.5 km al norte de la falla Carpitas, relacionada con los yacimientos de Punta Bravo y de Carpitas.

Tiene un rumbo NE-SO y un buzamiento de  $47^\circ$  hacia el SE. Según Quinto (2006), es considerada una falla sintética de la falla lístrica principal Carpitas (figura 4.5).

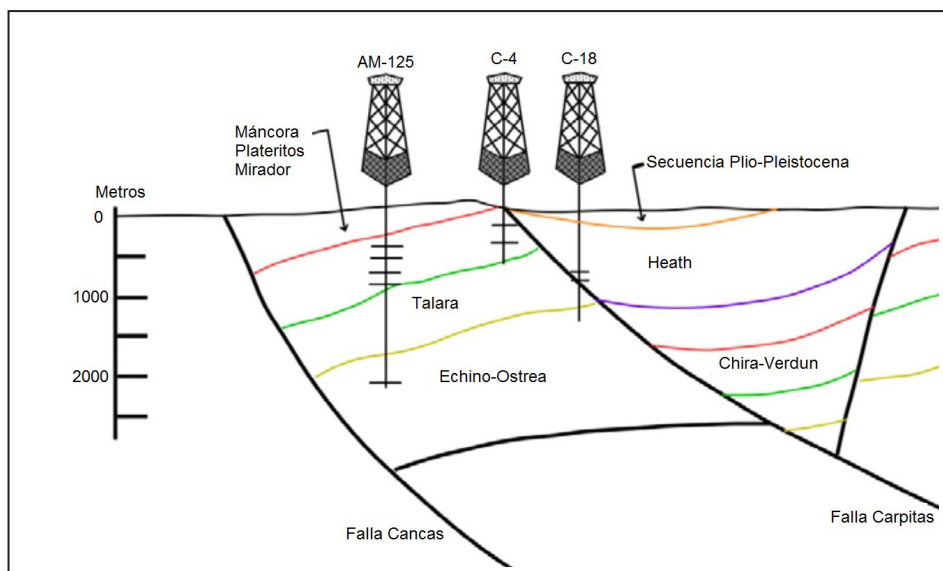


Figura 4.5 Contexto estructural del campo petrolífero Carpitas (Quinto, 2006)

#### 4.1.1.3 Falla Algarrobo

Se sitúa a 6 km al este de Máncores (figura 4.1), y presenta un rumbo aproximado NE-SO y un buzamiento de  $45^\circ$  al SE. Esta falla separa a la Formación Verdún de las formaciones suprayacentes (Mirador, Plateritos y Máncores). En profundidad, esta estructura tiende a ser horizontal (Quinto, 2006).

#### 4.1.1.4 Falla El Bravo

Se ubica en la cuenca Talara a 4 km al norte de la falla Algarrobo (figura 4.1), tiene un rumbo promedio NE-SO y un buzamiento de aproximadamente  $65^\circ$  hacia el NO. Por su buzamiento contrario a la falla lístrica principal (Carpitas), la falla El Bravo configura una estructura antitética, la cual constituye una excelente trampa para la acumulación de fluidos, al igual que la estructura tipo roll-over que se halla entre ambas fallas (Quinto, 2006).

#### 4.1.1.5 Falla Máncores

Se sitúa paralela a la falla Algarrobo, aproximadamente a 2.5 km al sureste (figura 4.1). Tiene un rumbo aproximado NE-SO y un buzamiento de  $60^\circ$  al SE. A profundidad, al igual que la falla Algarrobo, tiende a ser horizontal; dicha característica evidencia un sistema extensional (Reyes & Vergara, 1987).

#### 4.1.1.6 Falla Huaypirá

Es una de las fallas transversales más importantes de la cuenca Lancones, puesto que actúa como límite estructural y sedimentario. Su longitud observada es de 60 km aproximadamente (figura 4.1 y figura 4.6). En la parte suroeste presenta un desplazamiento vertical de aproximadamente 800 m, mientras que hacia el oeste dicho desplazamiento aumenta hasta 1500 m aproximadamente. En la parte norte de la cuenca Lancones, esta falla separa las unidades sedimentarias cretácicas del Grupo Copa Sombrero (parte basal de la Formación Encuentros) de las unidades sedimentarias eocenas (Chira – Verdún), ubicadas en el lado sur de la falla (Reyes & Vergara, 1987).

#### 4.1.1.7 Falla Pananga

Su trazo más occidental se ubica a 6.5 km al noreste de la localidad Bosque Pariñas, tiene aproximadamente 25 km de longitud y un rumbo SE-NO (figura 4.1). Pone en contacto a las rocas del Paleozoico con afloramientos del Cretácico superior (Formación Tablones) y parte del Eoceno (Formación Chira), esto se observa en el valle de Pazul. Esta falla converge con la falla Huaypirá (figura 4.1) y muestra un desplazamiento vertical de aproximadamente 1000 m (Reyes, 1989).

#### 4.1.2 Zona de altos estructurales (macizos paleozoicos)

En esta zona estructural, el Paleozoico ascendió constituyendo un horst, el mismo que ha controlado la sedimentación mesozoica y cenozoica (figura 4.1). Como consecuencia de la actividad tectónica se han formado altos estructurales, que constituyen los límites orientales de las cuencas cenozoicas y los límites occidentales de la cuenca Lancones, durante el Cretácico. Esta zona es limitada por el norte con la falla Amotape y al sur con la falla Cuzco-Angolo.

##### 4.1.2.1 Falla Amotape

Ubicada a 6 km al sur de la localidad La Choza, esta estructura es de carácter regional y presenta una longitud aproximada de 70 km, con un rumbo promedio de N50°E (figura 4.1).

##### 4.1.2.2 Falla Cuzco - Angolo

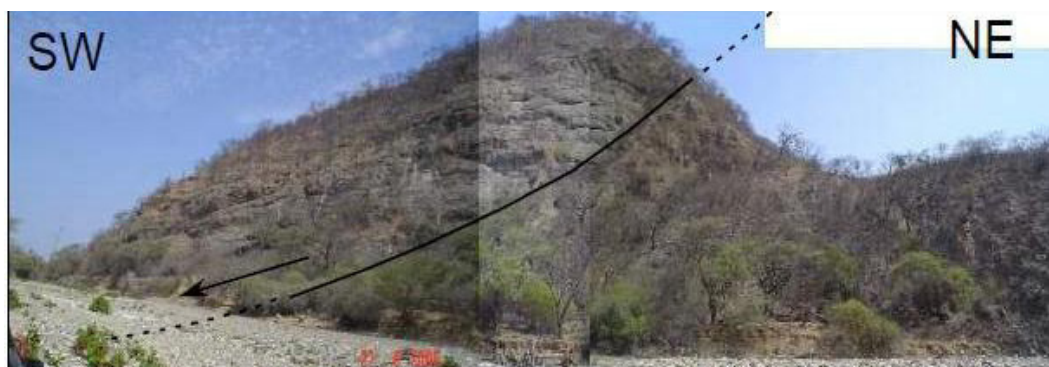
Es una de las principales fallas longitudinales subparalela a la cadena de Los Amotapes, la cual se ubica al norte de la localidad de Overall, entre las localidades El Atascadero y Cazaderos (figura 4.1). Corresponde a una falla compuesta de tipo lístrica, tiene una orientación NE-SO y un buzamiento aproximado entre 50° y 60° al SE.

Por su carácter lístrico, esta falla pone en contacto a la Formación Muerto-Pananga con la parte basal de la Formación Encuentros. Esto se observa en la quebrada Potrerillo (figura 4.7), cerca del paraje La Encañada (Reyes & Vergara, 1987).

Otras fallas longitudinales de carácter secundario son las fallas El Chilco y Totorá que, cerca de la frontera con Ecuador, presentan longitudes aproximadas de 8 km y saltos verticales de un centenar de metros (Reyes & Vergara, 1987).



Figura 4.6 Ubicación estructural de las cuencas Talara y Lancones (Pluspetrol, 2002)



**Figura 4.7** Falla lítrica principal Cuzco-Angolo, cerca al flanco occidental de la cuenca Lancones. En la quebrada Potrerillo pone en contacto al Paleozoico (lado derecho de la falla) con la Formación Muerto –Pananga (lado izquierdo de la falla) (Quinto, 2006).

Los denominados altos estructurales conforman una serie de macizos que constituyen las montañas de Los Amotapes, que a su vez están compuestos por los macizos La Brea y Amotapes propiamente dicho. Ambos macizos están limitados por una falla, la cual pone en contacto a las rocas del Cretácico con las unidades del Cenozoico.

La foliación que muestran las rocas de estos macizos es producto de un metamorfismo regional, el cual llega al grado de esquistosidad de fractura en las unidades superiores y al grado de flujo en los niveles inferiores. La foliación presenta un rumbo NNE-SSO; asimismo, se observa un replegamiento que da lugar a pliegues centimétricos a decimétricos, cuyos ejes tienen rumbos que van de  $N70^{\circ}E$  a  $N90^{\circ}E$ , además de charnelas que buzcan al oeste. En algunos lugares como la quebrada Charnal, se puede observar un microplegamiento de dirección N-S, con planos axiales que buzcan entre  $40^{\circ}$  y  $50^{\circ}$  al oeste (figura 4.8 y figura 4.9).

Por otro lado, las rocas del Paleozoico inferior muestran recristalización por recalcinamiento de sus minerales (fotografía 4.2). Así mismo, producto de procesos de segregación, en dichas unidades se observan numerosas venas de cuarzo asociadas a óxidos de hierro (figura 4.10).

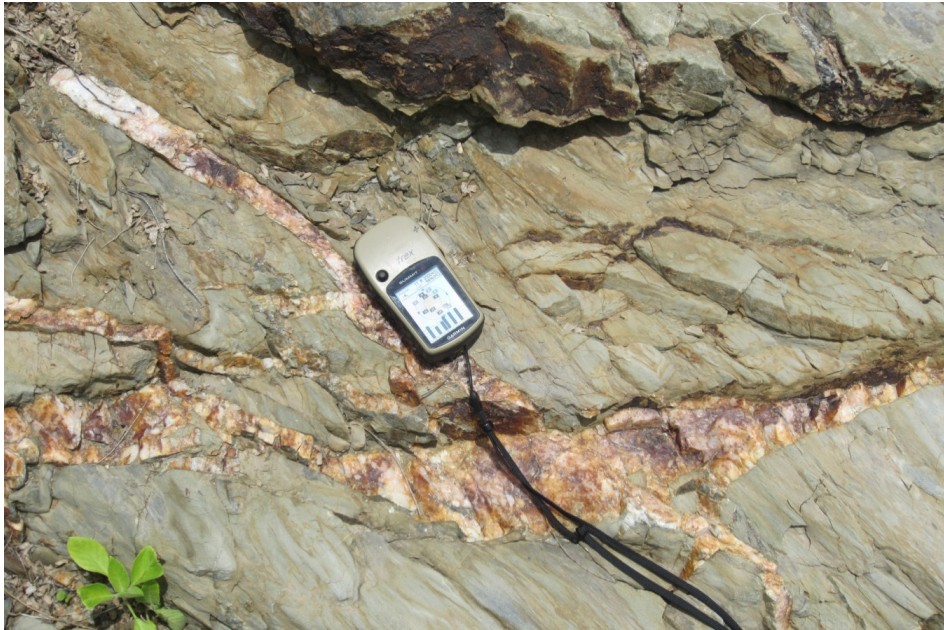
Entre las fallas longitudinales que han jugado un papel importante en el levantamiento de los macizos La Brea y

Amotapes, se tiene a las fallas Amotapes y Cerro Prieto, en el sector oeste; y a las fallas Angolo y Cuzco por el este. Entre las fallas transversales que afectan a dichos macizos, se tiene al norte a la falla Angostura y al sur a la falla Pananga, todas ellas con buzamientos verticales.

Las fallas longitudinales antes mencionadas tienen un rumbo NE-SO y alto buzamiento, dichas estructuras provendrían desde el Paleozoico, las cuales fueron reactivadas en el Cretácico y Cenozoico con los sedimentos suprayacentes, siendo inicialmente fallas inversas que se reactivaron como fallas normales.

Las cuencas Tumbes, Talara, Lancones y Sechura están separadas por altos estructurales; es el caso del alto de Zorritos (Tumbes-Talara) y la montaña de Los Amotapes (Talara-Lancones), ver figura 4.6. Sin dejar de mencionar el alto de Tamarindo (Talara-Lancones) y el alto Paita-Sullana (Talara-Sechura), los que no se evidencian en superficie.

Las cuencas Talara y Lancones en superficie guardan una relación tectónica, ello debido al alto de Amotapes que dio origen a la separación de ambas cuencas, mientras que, en el subsuelo, dichas cuencas presentan un vínculo estructural y sedimentario. Ello se observa al sur de la cuenca Talara, evidenciado por el alto de Tamarindo, el cual corresponde a una prolongación del alto de Amotapes (figura 4.6).



**Fotografía 4.1** Afloramiento de filitas con venillas de cuarzo y pátinas de óxidos de hierro en la localidad de Huaynaso

A continuación, se describen las principales evidencias tectónicas registradas durante los trabajos de prospección geoquímica.

En las filitas de la Formación Cerro Negro de la quebrada Infiernillo, se observa una falla normal de rumbo NO-SE y un buzamiento de 70° al SO. Dicha estructura es afectada por un evento tectónico posterior, tal como se aprecia en la figura 4.6.

Así mismo, en la misma quebrada, dichas filitas dan cuenta del intenso tectonismo ocurrido, ello evidenciado por la sucesión de plegamientos y fallas locales (figura 4.9).

En la margen derecha de la quebrada Mogollón, se observan areniscas de grano fino de la Formación Cerro Negro, que son afectadas por una falla inversa local de rumbo NO-SE y buzamiento 82°SO. En dicha estructura se distingue una zona de brechas y venillas de cuarzo (figura 4.10).



**Figura 4.8** Falla normal y posterior fractura perpendicular en las filitas de la Formación Cerro Negro.



**Figura 4.9** Deformación intensa en las filitas de la Formación Cerro Negro



**Figura 4.10** Formación Cerro Negro afectada por una falla inversa con zonas de brecha y venillas de cuarzo. Vista al NO de la quebrada Mogollón

### 4.1.3 Zona de pliegues y fallas (deflexión de Huancabamba)

Se ubica al este del macizo de Los Amotapes y comprende la cuenca Lancones (figura 4.1), la misma que se enmarca entre los macizos paleozoicos de los Amotapes y La Brea.

En el área de estudio destaca la falla regional Huaypirá, de rumbo aproximado N80°E. Dicha falla ha controlado el comportamiento estructural y la sedimentación del sector occidental de esta zona (figura 4.1). Otras fallas regionales importantes, que a su vez han controlado a otras menores, son las fallas Tronco Mocho, Carpitás, Máncora, Carrizal y Amotapes. Esta última es paralela a la cadena de Los Amotapes-La Brea y se ubica en su flanco occidental.

Asimismo, las fallas Angolo y Cuzco, en el sector oriental, ponen en contacto al Paleozoico con el Cretácico. Dichas estructuras tienen un rumbo NE-SO (Palacios, 1994).

La cuenca Lancones muestra un plegamiento intenso desarrollado por una compresión NO-SE, la cual generó pliegues asimétricos cuyos ejes tienen rumbos entre N40°E y N45°E

(figura 4.11), entre ellos destacan los anticlinales de Jabonillos, Gallinazos y el sinclinal Encuentros (figura 4.1). Al noroeste se ubica el anticlinal de Talara y el sinclinal de Cazadores, todos ellos con rumbo paralelo a los macizos del Paleozoico, dichas estructuras afectan a las unidades del Cretácico superior (Palacios, 1994).

A fines del Cretácico, la orogenia andina (Fase Peruana) se manifestó a lo largo de la Cordillera Occidental y la Faja Costanera, el cual se refleja en el noroeste, donde emerge aún más el bloque Amotape-La Brea y pliega a las secuencias sedimentarias de la cuenca Lancones.

A la tectónica de compresión de fines del Cretácico, se superpone en el Paleógeno una tectónica de fallas distensivas (Fase Incaica), cuyos rumbos varían de N-S a NO-SE, esto como respuesta a una compresión previa de rumbo E-O.

La falla Huaypirá se caracteriza por presentar un rumbo E-O (figura 4.1) que compromete al zócalo continental. Esta falla tiene un movimiento normal en las unidades del Cenozoico, el cual delimita al norte a las unidades levantadas del Cretácico y al sur al bloque hundido del Cenozoico (Palacios, 1994).

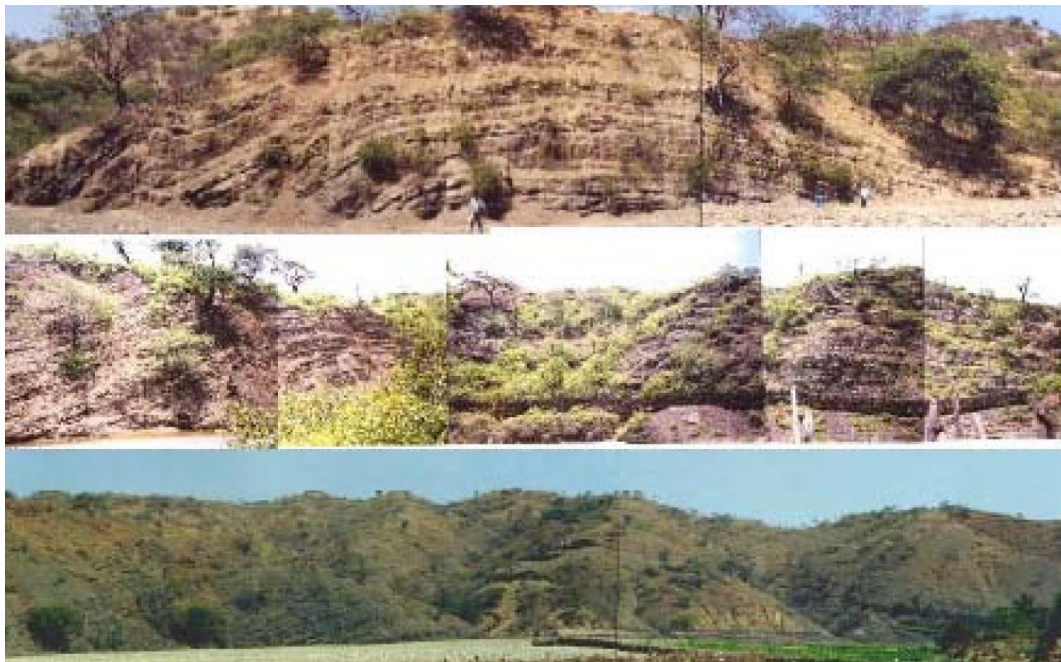


Figura 4.11 Principales pliegues en la Cuenca Lancones (Pocitos, Canovitas y Jabonillos), generados antes de la sedimentación eocena (Pluspetrol, 2002)



#### 4.1.3.1 Falla Encañada

Tiene aproximadamente 28 km de longitud y se ubica en la parte central de la cuenca Lancones (figura 4.1). En dicha cuenca actúa como una falla normal poniendo en contacto a los miembros superior e inferior de la Formación Jahuay Negro, y parte de la Formación Muerto con la misma. Al oeste pone en contacto a los miembros superior e inferior de la Formación Encuentros (Quinto, 2006).

#### 4.1.3.2 Principales pliegues

Las estructuras plegadas de esta zona estructural se encuentran preferentemente al norte de la falla Huaypirá, entre las localidades de Lancones y Suyo (figura 4.1), en secuencias cretácicas con una orientación NE-SO, entre la cadena montañosa de Los Amotapes y el arco volcánico Cética. Estos pliegues son muy complejos y se asocian a fallas de corrimiento. Según Andamayo (2008), los anticlinales y sinclinales más importantes son:

##### A. Anticlinal Totoras

Es el anticlinal más próximo a la cadena de Los Amotapes, se ubica a 12 km al oeste de la localidad El Faique y presenta un rumbo promedio NE-SO. En territorio peruano tiene aproximadamente 25 km de longitud (figura 4.1). El anticlinal es de geometría asimétrica y su eje aflora en las formaciones Encuentros y Jahuay Negro. Por otro lado, hacia el suroeste dicho anticlinal se dispersa siendo difícil precisar su correlación exacta.

##### B. Anticlinal Gallinazos

En territorio peruano tiene una longitud aproximada de 14 km (figura 4.1) y se ubica a 4 km al noroeste de la localidad Palo Santal. Se trata de una estructura de rumbo NE-SO, ligeramente asimétrica con el flanco oriental más pronunciado. Afecta a las formaciones Jahuay Negro (fotografía 4.2), Tablones y Encuentros. Es importante mencionar que los cierres estructurales al NE y SO son suaves con tendencia a buzamientos mínimos.

##### C. Anticlinal Jabonillos

Se sitúa entre las localidades de La Providencia y La Ventana; en el Perú tiene una longitud aproximada de 34 km y, al igual que los anticlinales anteriores, presenta un rumbo NE-SO (figura

4.1). Esta estructura es asimétrica con el flanco occidental más pronunciado, su eje aflora en las formaciones Jahuay Negro, Huasimal y Encuentros, y el cierre estructural se da al SO cerca al caserío Bejucal.

Durante los trabajos de prospección geoquímica en la quebrada Lobitos, se evidenciaron pliegues locales en la intercalación de limolitas y areniscas feldespáticas de la Formación Jahuay Negro (figura 4.12).

##### D. Anticlinal Pocitos

Se ubica en el extremo suroccidental de esta zona estructural, a 10 km al noroeste de la localidad de Chapetones. Tiene un rumbo NO-SE y una longitud aproximada de 12 km (figura 4.1), es ligeramente asimétrico con el flanco occidental más pronunciado. Su eje aflora en las formaciones Huasimal y Muerto; al noreste, el cierre estructural es evidente en el caserío El Penco, mientras que al suroeste el anticlinal es cortado por la falla Huaypirá.

##### E. Sinclinal Cazadores

Es el sinclinal más próximo a Los Amotapes y tiene una longitud aproximada de 16 km. En el Perú, el eje y sus flancos afloran en las formaciones Tablones y Encuentros.

##### F. Sinclinal Totoras

Tiene orientación NE-SO y una longitud aproximada de 22 km en territorio peruano (figura 4.1), y su eje aflora en las formaciones Encuentros y Jahuay Negro.

##### G. Sinclinal Quebrada Seca

Abarca casi toda la parte norte de la cuenca Lancones, con una longitud aproximada de 40 km (figura 4.1), el eje estructural tiene un rumbo NE-SO y aflora en las formaciones Redondo, Tablones y Jahuay Negro.

##### H. Sinclinal Salvajal

Su trazo sur se sitúa entre las localidades de Chapangos y Maíz Derramado (figura 4.1), presenta un rumbo NE-SO y una longitud aproximada de 20 km. El eje estructural comprende las formaciones Jahuay Negro y Encuentros.

##### I. Sinclinal Tablones

Se encuentra cerca del macizo de Los Amotapes y tiene una longitud aproximada de 10 km. La Formación Tablones exhibe en superficie el eje estructural de ese sinclinal.



**Fotografía 4.2** Areniscas félsicas y lutitas plegadas de la Formación Jaguay Negro, quebrada Peña Blanca



**Figura 4.12** Pliegues locales en la Formación Jaguay Negro, localidad de Murciélagos

#### **4.1.4 Zona de extensas llanuras (zona meridional)**

Corresponde a la zona ubicada al sur de la falla Huaypirá; en esta zona se diferencia a manera de subprovincias el sector comprendido entre la falla Huaypirá y el río Chira (figura 4.1 y figura 4.6).

Esta zona se caracteriza por presentar pliegues amplios, tales como el anticlinal de Samán, el que expone a las rocas del Cretácico debido; también se tiene al sinclinal de San Jacinto, cuyo núcleo comprende rocas del Cenozoico. Dichas estructuras son abiertas y se formaron durante el Neógeno.

El sector ubicado al sur del río Chira está conformado por extensas llanuras (tablazos), entre Piura, Sullana y Paita, teniendo debajo de la cobertura cuaternaria rocas sedimentarias del Plioceno y Mioceno, mientras que, hacia el litoral en Paita, rocas cretácicas. Todas ellas discordantes sobre unidades paleozoicas levantadas a través de fallas de la tectónica Hercínica. En este sector se puede mencionar como elemento

estructural importante al pilar tectónico Paita-Sullana, el mismo que durante el Cenozoico limitó la cuenca Sechura por el norte.

En los acantilados de Paita se observan fallas y fracturas, las cuales corresponden a un sistema de rumbo N-S (Palacios, 1994). Así también, se reconoce otro sistema estructural de rumbo NE-SO que varía entre N20° y N50°, además de un sistema transversal de rumbo E-O que puede variar de N80° a N110°.

Es importante mencionar que, como consecuencia de los eventos tectónicos propios de esta zona estructural, en Paita se evidencia una notoria esquistosidad en las pizarras del Paleozoico, la que puede variar de N140° a N160° con inclinaciones de 70° a 80°. Es preciso señalar que también existe otro plano de esquistosidad, el cual presenta un rumbo N-S, como consecuencia de un proceso tectónico superpuesto.

Las rocas cenozoicas que cubren las unidades del Paleozoico se fracturan en los sectores donde el basamento lo permite (Palacios, 1994).

# CAPÍTULO V

## GEOLOGÍA ECONÓMICA

### 5.1 ASPECTOS METALOGENÉTICOS

En el área de estudio se reportan diversas manifestaciones de mineralización, entre las que destacan las de tipo hidrotermal en vetas, cuyo relleno es cuarzo con una alteración marginal de adularia-sericita-illita con típicas texturas crustiformes y coliformes. Dicha mineralización se encuentra hospedada en afloramientos de las formaciones La Bocana y Lancones, en las cuales las vetas se distribuyen espacialmente sobre yacimientos de tipo pórfido de Cu-Mo.

La mineralización más importante se vincula a unidades plutónicas principalmente granodioríticas, con edades que van del Cretácico superior al Paleoceno. Estos cuerpos intrusivos han originado los flujos hidrotermales que reaccionaron favorablemente con las unidades volcánicas huésped.

Los controles estructurales que favorecieron la mineralización corresponden a fallas longitudinales de rumbo NNE-SSO, que han afectado diversas unidades litoestratigráficas, controlando y limitando las zonas de fractura y alteración. En algunos casos, los sistemas de fracturas, venillas de sílice, carbonatos y prehnita adquieren formas tipo *stockwork*, características de los pórfidos.

Es importante destacar la presencia de mineralización tipo sulfuros masivos volcanogénicos (SMV), asociados al volcanismo submarino del Cretácico presente en la zona prospectada, además de sistemas hidrotermales de pórfidos de Cu-Mo, skarns, epitermales de baja sulfuración y vetas de Au-Ag de tipo mesotermal, que estarían relacionadas a las intrusiones del Batolito de la Costa emplazadas en secuencias volcano-sedimentarias del Cretácico. También existen vetas de baritina y sulfuros de Pb, Zn y Cu, cuyo origen estaría relacionado a removilizaciones de mineralizaciones volcano-exhalativas cretácicas.

Por otro lado, es necesario mencionar la existencia de placeres auríferos, asociados a depósitos cuaternarios aluviales antiguos y recientes, donde el oro proviene de la erosión de los depósitos filonianos y de las rocas precámbricas y paleozoicas del Complejo Olmos-Morropón y/o de los volcánicos cretácicos de la cuenca Lancones (Rodríguez et al., 2012).

### 5.2 ÉPOCAS METALOGENÉTICAS

La mineralización está comprendida en diferentes provincias metalogenéticas, las cuales están asociadas a los diferentes episodios orogénicos y magmáticos (Tumialán, 2003). En el área de estudio se distinguen las siguientes épocas metalogenéticas:

#### 5.2.1 Época metalogenética del Cretácico

En esta época, el intervalo de mineralización es amplio y se desarrolló en la Planicie Costera y en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Occidental. En la Planicie Costera, al oeste del Batolito de la Costa, la edad de mineralización de los yacimientos de exhalación volcánica marina corresponde al Cretácico medio. Se evidencian rocas volcánico-sedimentarias de las formaciones La Bocana y Lancones como principales metalotectos; además, destacan los depósitos VMS Tomapampa, Higuierón, Potrero y Tambogrande.

#### 5.2.2 Época metalogenética del Neógeno

Corresponde a la tectónica andina de las fases Quechua 1, Quechua 2 y Quechua 3. Los yacimientos en la Franja Volcánica Cenozoica de la Cordillera Occidental se formaron en la época metalogenética del Neógeno, en este caso de Ag-Au y polimetálicos emplazados en los volcánicos Llama y Porculla, como son los casos de los depósitos epitermales Servilleta y Quebrada Salitral.

### 5.3 PROVINCIAS METALOGENÉTICAS

Están constituidas por franjas mineralizadas de rumbo NO-SE, concordantes con la Cordillera de los Andes, que cambian al NE en la deflexión de Huancabamba. A continuación, se describen las provincias metalogenéticas presentes en el área de estudio, en base a la investigación de Tumialán (2003).

#### 5.3.1 Gran provincia metalogenética Andina Occidental

Está conformada por las siguientes provincias:

### 5.3.1.1 Provincia metalogenética de cobre del Batolito de la Costa, de cobre y polimetálica de la Planicie Costera

Geología: El Batolito de la Costa de edad Cretácico superior-Paleógeno está constituido de tonalitas, granodioritas, granitos y dioritas; presenta una longitud de 1500 km por 30 a 40 km de ancho (Tumialán, 2003). Este batolito se evidencia en la parte oriental de la zona de estudio.

Mineralización: Se presentan vetas, columnas de brecha, mantos por sustitución y diseminados, óxidos de hierro en superficie, es el caso de Potrobayo; además de los lavaderos de oro en depósitos cuaternarios a lo largo del río Puyango. En esta provincia, los depósitos de remplazamiento son escasos (Tumialán, 2003).

### 5.3.1.2 Provincia metalogenética de plata, oro y polimetálica de la Franja Volcánica Cenozoica de la Cordillera Occidental

Geología: Está representada por las formaciones Llama y Porculla, se extiende a ambos lados de la divisoria de la Cordillera Occidental con un ancho mayor a 200 km. Las rocas volcánicas en referencia yacen discordantemente sobre rocas sedimentarias y metamórficas plegadas del Mesozoico. Dichas unidades volcánicas afloran en los distritos de Ayabaca, Suyo, Paimas y Pacaipampa.

Mineralización: Predominan yacimientos de plata y oro ligados a procesos de vulcanismo como diatremas, estratovolcanes, calderas, *stocks* subvolcánicos y brechas volcánicas (Tumialán, 2003).

Ocurren además yacimientos polimetálicos de Pb-Zn-Ag-Cu de tipo cordillerano, con un zonamiento de la parte superior a la parte inferior de Pb-Zn-Ag-Cu, donde la plata se encuentra a profundidad (Tumialán, 2003).

## **5.4 FRANJAS METALOGENÉTICAS**

Las franjas metalogenéticas representan épocas de mineralización que se extienden a lo largo de sistemas de fallas regionales y contextos litológicos que han favorecido la formación de depósitos minerales. De esta manera, Quispe et al. (2008) definió 23 franjas metalogenéticas.

Los depósitos minerales comprendidos en el área prospectada, específicamente al este de la localidad de Lancones, se distribuyen en 7 franjas metalogenéticas; estas presentan atributos litológicos, estructurales y de contenido metálico característicos. Es así que se determinó la existencia de las franjas metalogenéticas III, VII, X, XI, XII, XX y XXI (figura 5.1).

### **5.4.1 Franja III depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico**

Se localiza en el extremo noroeste del Perú, en el dominio Amotape-Tahuín, tiene una dirección N-S a NE-SO, y limita al este con la falla Cusco-Angolo y al oeste con la falla Amotapes. Afloran rocas metamórficas de edad paleozoica intruidas por granitoides triásicos del Macizo de Illescas, Paita y los Cerros de Amotape. El emplazamiento de los granitoides está relacionado a periodos de migmatización regional con importante fusión de material y procesos magmáticos vinculados a la corteza continental. En esta franja no se tiene registro de yacimientos minerales de interés. No obstante, se reconocieron algunas vetas auríferas emplazadas en intrusivos, cuya importancia y prospectiva aún no se han definido (Carlotto et al., 2010).

### **5.4.2 Franja VII de sulfuros masivos volcanogénicos de Cu-Zn-Au del Albiano**

Se sitúa en el sector sur occidental de la cuenca Lancones, en un contexto de rift. La mineralización se encuentra hospedada en rocas volcánicas submarinas del Jurásico medio al Albiano, con composiciones que varían de basaltos a riolitas y una afinidad geoquímica toleítica. La mineralización se relaciona con la actividad magmática dacítica. Los principales controles estructurales regionales son fallas NNE-SSO y ONO-ESE (Acosta et al., 2009). En esta franja se localiza el depósito VMS Tambogrande (Cu-Zn-Au).

### **5.4.3 Franja X de pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior**

Aunque se extiende discontinuamente hasta el sur del Perú, en el centro de la cuenca Lancones los depósitos de esta franja están controlados por fallas NE-SO, E-O y NNE-SSO. La mineralización de Cu-Mo está relacionada a granitoides del Cretácico superior (75 Ma aproximadamente), como el Complejo Plutónico Las Lomas hospedado en los niveles volcánicos félsicos de las secuencias volcano-sedimentarias del Albiano-Cenomaniano.

Los sistemas de pórfidos cupríferos se encuentran alineados en lo que se ha denominado el cinturón magmático-hidrotermal. Existen vetas de cuarzo, calcita, baritina con calcopirita, que parecen ligadas al intrusivo Las Lomas, y que podrían ser removilizaciones de las mineralizaciones volcánico-exhalativas cretácicas. En esta franja destacan los proyectos Chancadora (Cu-Mo), Lagartos (Cu-Au-Mo), Cascajo Blanco (Cu-Mo), Lanchipampa (Cu-Mo), Orquetas (Cu-Au), entre otros (cuadro A1 en anexos y figura 5.2).

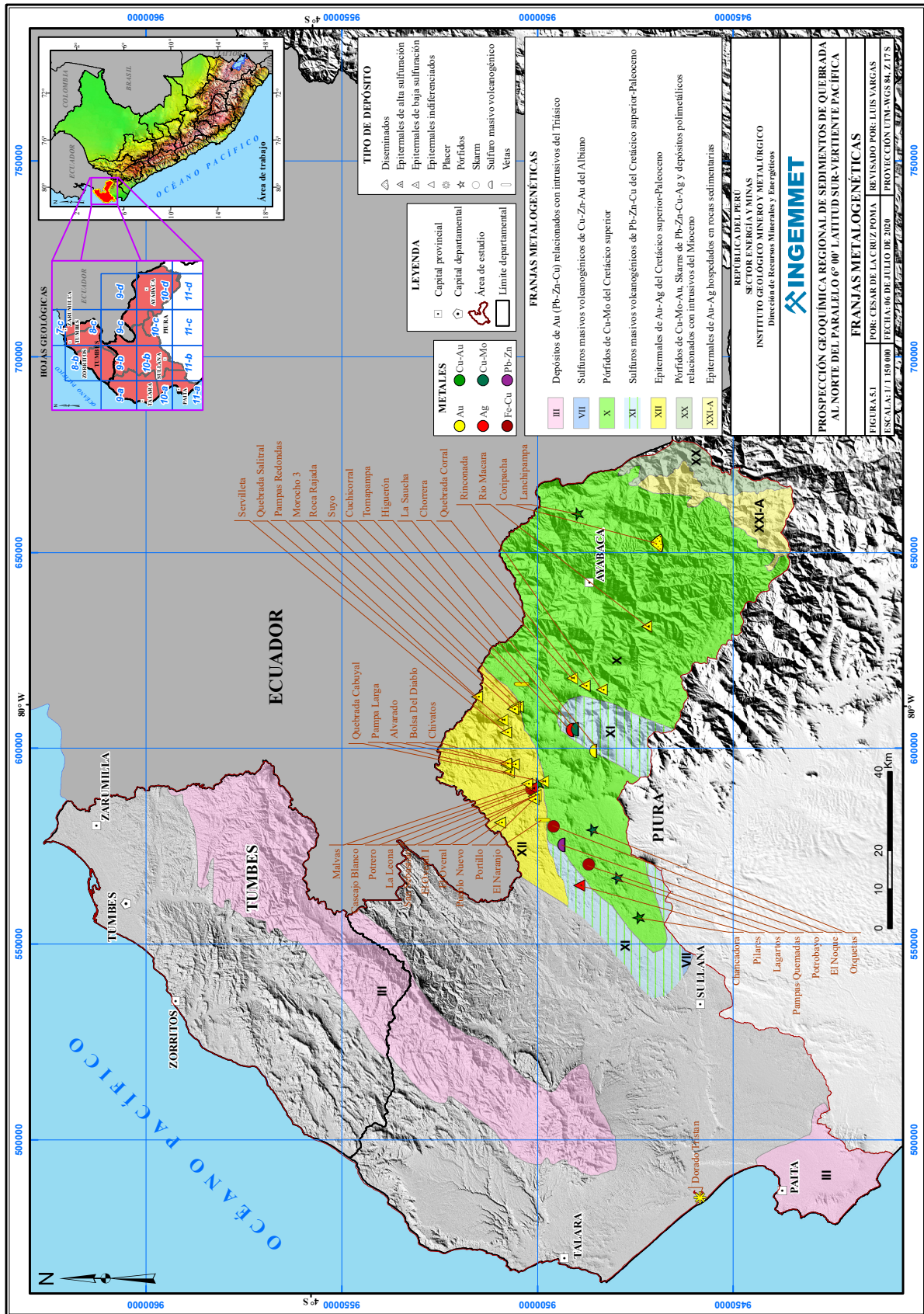


Figura 5.1 Franjas metalogenéticas

#### 5.4.4 Franja XI de sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno

Está emplazada en 2 zonas, una ubicada en la parte central de la cuenca Lancones que comprende las unidades del Cretácico superior y la otra ubicada en el flanco oeste de la Cordillera Occidental. Los depósitos de la cuenca Lancones están hospedados en los niveles volcánicos félsicos calcoalcalinos del Albiano-Cenomaniano.

En esta franja son conocidos los depósitos de La Saucha (Au-Ag-Pb-Zn), Tomapampa (Ag-Zn-Au-Cu), Higuierón (Au-Cu-Pb-Zn), Potrobayo (Cu-Pb-Zn), entre otros (cuadro A1 en anexos y figura 5.2), cuyos controles estructurales son fallas menores con orientaciones NE-SO, E-O y NNE-SSO, que constituyen la zona de deformación de la deflexión de Huancabamba.

#### 5.4.5 Franja XII de epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno

Se localiza en el sector central de la cuenca Lancones. Las estructuras mineralizadas corresponden a vetas de cuarzo-oro, con rumbo NE-SO, hospedadas en rocas volcánicas del Albiano-Cenomaniano. Los depósitos de Au-Ag que constituyen esta franja se asocian a granitoides del Cretácico superior-Paleoceno (Acosta et al., 2009). En la figura 5.2 se muestra la ubicación de los depósitos más representativos; es el caso de Bolsa del Diablo (Au-Ag-Cu), Chorreras (Au), Potrero (Ag-Cu-Pb), Suyo (Au) y Pilares (Ag-Au-Pb-Mo).

#### 5.4.6 Franja XX de pórfidos de Cu-Mo-Au, skarns de Pb-Zn-Cu-Ag y depósitos polimetálicos relacionados con intrusiones del Mioceno

Se ubica en la Cordillera Occidental del norte y centro del Perú, entre los 5° y 12° de latitud sur. Esta franja metalogenética está controlada por sistemas de fallas y cabalgamientos NO-SE, correspondientes a los sistemas Chonta y Punre-Canchis-Magistral. Este último conforma la faja corrida y plegada del Marañón (MTFB).

En el norte del Perú, las fallas van cambiando su rumbo a ONO-ESE y finalmente toman una dirección N-S, al aproximarse a la deflexión de Huancabamba. Se distinguen 3 eventos magmáticos relacionados con la mineralización, estimados en 22-20 Ma, 18-13 Ma y 10-5 Ma. Los eventos magmáticos se manifiestan por el emplazamiento de *stocks* calcoalcalinos de naturaleza diorítica a granodiorítica. En este contexto resalta el

tercer evento magmático (10-5 Ma), el cual generó los depósitos tipo porfido de Cu-Mo (Au), tal como Río Blanco (Acosta et al., 2009).

#### 5.4.7 Franja XXI-A de epitermales de Au-Ag hospedados en rocas volcánicas

Se distribuye ampliamente en el dominio volcánico Cenozoico de la Cordillera Occidental, entre las latitudes sur 5° y 9° 30'. Está controlada por fallas NO-SE que van cambiando a ONO-ESE al aproximarse a la deflexión de Cajamarca, para luego pasar a N-S, conforme se aproximan a la deflexión de Huancabamba.

Agrupar a depósitos de Au-Ag (Pb-Zn-Cu) de tipo alta, baja e intermedia sulfuración. Según las edades de mineralización, se les puede subdividir en 2 épocas metalogenéticas de 18-13 Ma y 12-8 Ma. Dentro de esta franja epitermal del Mioceno, tenemos yacimientos alojados en rocas cretácicas, como es el caso de Lagunas Norte, La Virgen, Santa Rosa, Rosario de Belen y Shahuindo, además de depósitos polimetálicos con superposición epitermal (Acosta et al., 2009).

#### 5.4.8 Otras zonas metalogenéticas de interés

##### 5.4.8.1 Vetas de Au, Cu, Zn y Pb relacionadas a intrusivos

En este contexto destacan las ocurrencias Cuchicorral y Shashahual, en las que el principal commodity es el oro, el cual ocurre en vetas hospedadas en andesitas del Cretácico superior Paleoceno (cuadro A1 en anexos y figura 5.2).

##### 5.4.8.2 Depósitos de skarns de hierro

En el centro de la cuenca Lancones se identifican skarns de dimensiones locales, específicamente en el contacto de las intrusiones del complejo plutónico Las Lomas con los niveles carbonatados de la Formación La Bocana. Estos depósitos presentan especies minerales típicas como magnetita, actinolita, "granates", epidota, pirita y carbonatos de cobre, que permiten catalogarlos como skarns de hierro. Dentro de estas manifestaciones metálicas se pueden mencionar a Pampas Quemadas, La Leona y El Noque (cuadro A1 en anexos y figura 5.2). La mayoría de los intrusivos relacionados a los skarns presentan núcleos de sílice-sericita y parecen estar asociados a sistemas porfíricos (Rodríguez et al., 2012).

Los skarns de hierro no conforman una franja metalogenética debido a que comprenden áreas relativamente restringidas carentes de valor económico.

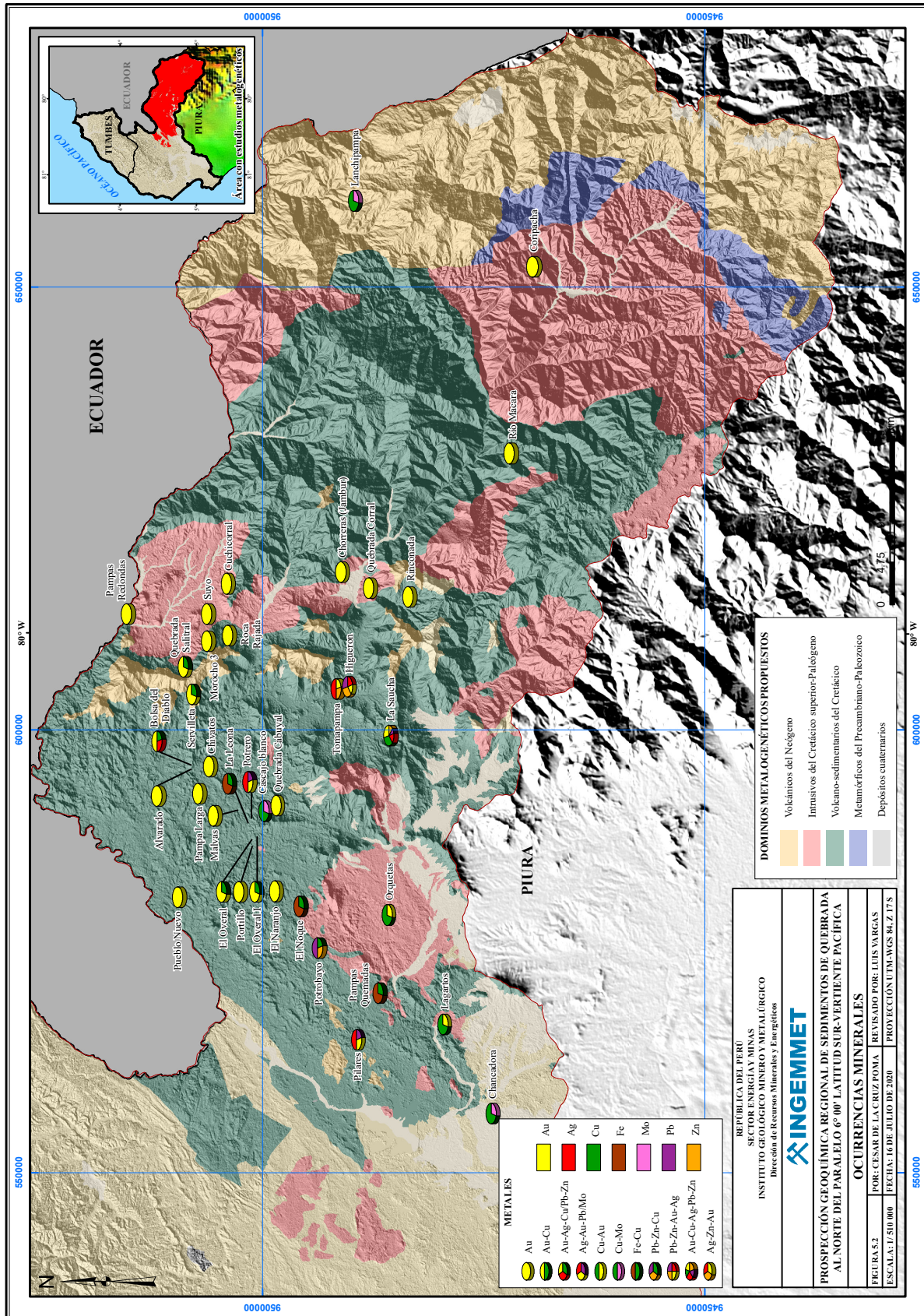


Figura 5.2 Ocurrencias minerales



### 5.4.8.3 Ocurrencias auríferas y minerales “pesados”

Es conocido que a lo largo del río Tumbes se “lavan” arenas negras auríferas; dicha actividad se desarrolla a pequeña escala y de una manera artesanal. No se tiene conocimiento del volumen exacto ni de los tenores específicos que se extraen. El oro es acarreado por el río Tumbes y proviene de la erosión de los depósitos filonianos de la región de Zaruma en Ecuador. En ella se originan los ríos Amarillo y Calera, cuya confluencia da lugar al río Puyango, llamado aguas abajo Tumbes, el que discurre a través de rocas paleozoicas y cretácicas. De igual modo, a lo largo del recorrido del río Chira, se hallan numerosos prospectos y yacimientos de oro aluvial que también son aprovechados de manera artesanal.

El oro se encuentra en terrazas conformadas por arenas finas y arcillas; generalmente las arenas que contienen oro, y en algunos casos algo de plata, son de coloración negruzca. Se postula que el contenido aurífero proviene de la erosión de las rocas precámbricas y paleozoicas del Complejo Olmos-

Morropón, y/o de los volcánicos cretácicos de la cuenca Lancones (Rodríguez et al., 2012).

Es importante mencionar que, en el litoral del norte peruano, se han identificado los siguientes minerales “pesados”: magnetita, ilmenita, zircón, monacita, así como andalucita, rutilo, wolframita, apatita y casiterita. Dichas especies acompañan, en algunos casos, al oro en los depósitos tipo placer. Entre Máncora y Zorritos, a lo largo de la línea de playa, hay evidencias de titanio en las arenas gris verdosas, con posibilidad de hallar rutilo, monacita, cromita y otros minerales de color claro. En este contexto destaca el prospecto Dorado Titán (Au-Ti), ubicado en la desembocadura del río Chira (cuadro A1 en anexos).

## 5.5 CLASIFICACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN METÁLICA

Se basa en el modelo de evaluación propuesto por Steinmüller (1999), el cual clasifica los recursos minerales en base a sus características metalogénicas y litocronológicas (cuadro 5.1).

Cuadro 5.1

Clasificación de la mineralización metálica

Ambiente	Formación	Tipo de yacimiento	Mineralización
Volcánico – sedimentario del Cretácico	La Bocana y Lancones	Sulfuros masivos volcanogénicos tipo Kuroko	Zn-Pb-Cu
		Skarn	Fe
Intrusivos del Cretácico superior – Paleógeno	Granitoide indiferenciado, Granodiorita, Tonalita Suyo, Monzogranito Peña Blanca y Gabros	Pórfidos	Cu-Mo
		Epitermal de baja sulfuración	Au-Ag
		Vetas	Au, Cu, Zn y Pb

## 5.6 UNIDADES GEOLÓGICAS POTENCIALMENTE PROSPECTIVAS

Con la finalidad de definir unidades geológicas con potencial prospectivo, se clasificaron las mineralizaciones conocidas según los tipos de yacimientos, tomando como referencia los modelos descriptivos de yacimientos del USGS (Cox et al., 1987). Es así que, en base a las características de las mineralizaciones presentes en el área de estudio y a sus ambientes geológicos, se han determinado 5 unidades geológicas potencialmente prospectivas, las que a continuación se describen.

### 5.6.1 Unidades metamórficas

Comprende al Complejo Metamórfico, Complejo Olmos, Grupo Salas y la serie metamórfica Paita, todos potencialmente

prospectivos por vetas de oro-cuarzo (modelo 36a) y depósitos de U-Au (modelo 37a).

### 5.6.2 Unidades sedimentarias

Abarca a las formaciones Cerro Negro, Chaleco de Paño, Cerro Prieto, Palaus, Gigantal, Pananga, Muerto, Huasimal, Jaguay Negro, Encuentros, Tablones, Tortuga, Pazul, Yapatera, Palegreda, Pariñas, Chacra, Verdún, Chira, Mirador, Carpitás, Máncora, Heath, Zorritos, Cardalitos, Miramar, Tumbes y Tambo Grande, además de los grupos Salinas y Talara.

La litología y las mineralizaciones conocidas sugieren un potencial por skarns y depósitos de reemplazamiento de Pb-Zn (modelo 1d), depósitos de Pb-Zn en areniscas (modelo 30a), depósitos de cobre en rocas sedimentarias (modelo 30b), depósitos sedimentario-exhalativos de Zn-Pb (modelo 31a) y depósitos sedimentarios de manganeso (modelo 34b).

### 5.6.3 Unidades volcánicas

Son considerados en esta categoría los volcánicos Ereó, La Bocana, Lancones, Llama, Porculla, Shimbe y Huaypirá. Estas unidades pueden ser prospectivas por depósitos porfiríticos de Cu-Au (modelo 20c), depósitos de manganeso en rocas volcano-sedimentarias (modelo 24c), vetas epitermales (modelos 25b, 25c y 25d), depósitos epitermales de manganeso (modelo 25g), sulfuros masivos tipo Kuroko (modelo 28a) y formaciones de hierro volcánicas (modelo 28b).

### 5.6.4 Unidades intrusivas

Comprende a la Gabrodiorita Lancones, cuerpos de gabro, Diorita Malingas, Tonalita Canoso, Granodiorita Purgatorio, Granodiorita Las Lomas, Monzogranito Peña Blanca, Tonalita Altamisa, Tonalita y Diorita Pamparumbe, Granodiorita y Tonalita Suyo, Granito Paltashaco y a los Granitoides indiferenciados. Dichos intrusivos presentan potencial por pórfidos de cobre (modelo 17), skarn de cobre (modelo 18b), skarn de Zn-Pb (modelo 18c), skarn de hierro (modelo 18d), depósitos de reemplazamiento polimetálico (modelo 19a), pórfidos de Cu-Mo (modelo 21a) y vetas polimetálicas (modelo 22c).

### 5.6.5 Unidades cuaternarias aluviales

Abarcan las acumulaciones cuaternarias de los ríos Chira y Tumbes, además de la zona litoral del área de influencia.

De acuerdo a los modelos propuestos por Cox et al. (1987), corresponde un potencial por placeres de oro (modelo 39a).

## 5.7 DOMINIOS METALOGENÉTICOS PROPUESTOS

Considerando la génesis, tipología y continuidad espacial de los yacimientos y ocurrencias minerales del área de estudio, además de la estratigrafía, litología y el contexto estructural se ha podido determinar 4 dominios metalogenéticos, los cuales servirán como guías prospectivas (cuadro 5.2 y figura 5.3).

### 5.7.1 Volcánicos del Neógeno

Está representado por los volcánicos Llama, Porculla, Shimbe y Huaypirá. Según su tipología, dicho ambiente puede albergar minerales de Pb, Zn, Cu, Au y Mo.

### 5.7.2 Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno (Cu, Au, Zn, Pb y Mo)

Dominio conformado por granitoides indiferenciados, gabros, dioritas, tonalitas granodioritas e incluso granitos. Se asocia a vetas, skarns, pórfidos y epitermales. La mineralización metálica que presenta este dominio es de Cu, Au, Mo, As, Pb y Zn.

Los proyectos atribuidos a la presencia de intrusivos son Servilleta (Au), Cuchicorral (Au), El Naranjo (Au), entre otros (cuadro A1 en anexos).

**Cuadro 5.2**

**Dominios metalogenéticos propuestos**

Dominio metalogenético	Contexto Geológico	Mineralización
Rocas volcánicas del Neógeno	Volcánicos Llama, Porculla, Shimbe y Huaypirá	Pb, Zn, Cu, Au y Mo
Rocas intrusivas del Cretácico superior - Paleógeno	Gabrodioritas Lancones, Gabros, Diorita Malingas, Tonalita Canoso, Granodiorita Purgatorio, Granodiorita Las Lomas, Monzogranito Peña Blanca, Tonalita Altamisa, Tonalita, Diorita Pamparumbe, Granodiorita, Tonalita Suyo, Granito Paltashaco y Granitoides indiferenciados	Cu, Au, Zn, Pb y Mo
Rocas volcánico-sedimentarias del Cretácico	Grupo San Pedro y volcánicos Ereó, La Bocana y Lancones.	Pb, Zn, Cu, Au, Ag y Fe
Rocas metamórficas del Precámbrico y Paleozoico	Complejo Metamórfico, Complejo Olmos, Grupo Salas y Serie Metamórfica Paíta.	Au-cuarzo y U

### **5.7.3 Volcánicos-sedimentarios del Cretácico (Pb, Zn, Cu, Au, Ag y Fe)**

Constituido el Grupo San Pedro y los volcánicos Ereo, La Bocana y Lancones, afloran en el sector occidental de la zona prospectada.

La mineralización existente ocurre en un sistema de sulfuros masivos volcanogénicos tipo Kuroko con predominio de Pb, Zn, Cu, Au y Ag. Destacan los depósitos de Higuieron (Au-Cu-Pb-Zn), Potrobayo (Cu-Pb-Zn) y Tomapampa (Au-Cu-Zn-Ag), (cuadro A1 en anexos).

### **5.7.4 Metamórficos del Precámbrico y Paleozoico (Au-cuarzo y U)**

Consta de una secuencia de gneises graníticos con bandas de cuarzo deformadas, esquistos pelíticos alterados, anfibolitas,

filitas argiláceas, pizarras y esquistos micáceos. Este ambiente se relaciona con modelos genéticos de mineralización oro-cuarzo y uranio.

#### **Otras unidades de interés**

### **5.7.5 Depósitos cuaternarios (Au y Ti)**

Mayormente, la mineralización aurífera en los depósitos cuaternarios aluviales se encuentra formando placeres, esto se observa en la desembocadura de los ríos Chira y Tumbes. El prospecto Dorado Titán corresponde a este tipo de mineralización (cuadro A1 en anexos). Asimismo, es importante mencionar que, a lo largo de la línea de playa del norte peruano, existen evidencias de titanio en las arenas gris verdosas.

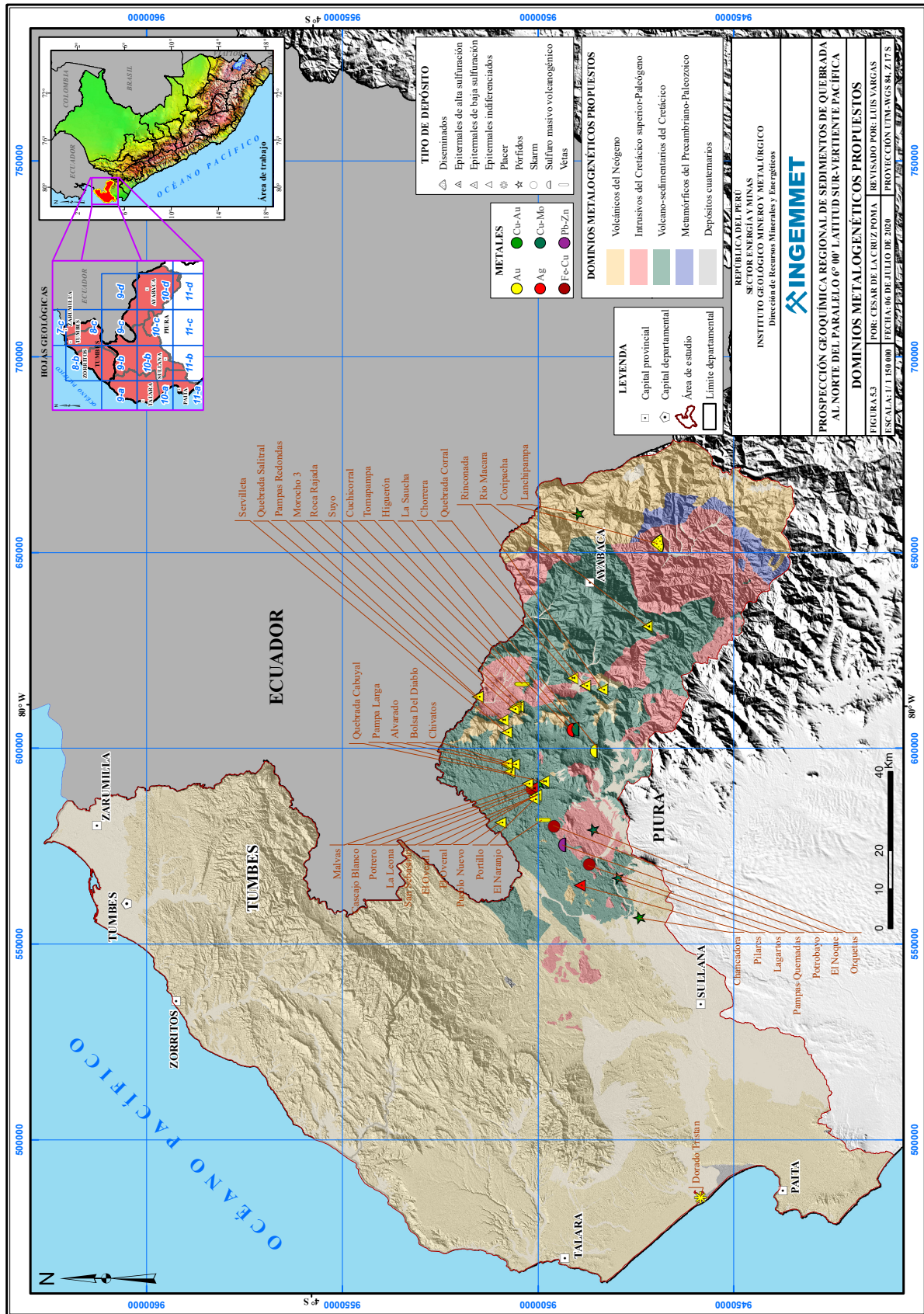


Figura 5.3 Dominios metalogénicos propuestos



# CAPÍTULO VI

## PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

Los trabajos de prospección geoquímica regional se desarrollaron en las cuencas de los ríos Chira, Tumbes, Fernández y Zarumilla, correspondientes a la vertiente del océano Pacífico.

La recolección de sedimentos fluviales se ciñe al instructivo de muestreo de sedimentos, dicho documento forma parte del sistema de gestión de calidad del Ingemmet. El diseño de muestreo contempla quebradas y ríos de primer a cuarto orden de drenaje, obteniéndose muestras húmedas y secas según sean las condiciones del terreno. La densidad de muestreo es la misma que se ha venido empleando en los estudios sistemáticos anteriores, es decir una muestra por cada 10 km<sup>2</sup> de área de influencia.

En base a esta sistemática es que se ha recolectado un total de 1066 muestras de sedimento (Mapa: MAF-GE29-20-01), además de considerar muestras de control como duplicados, estándares y blancos.

Dada la extensión, inaccesibilidad y configuración del área prospectada, los trabajos de campo se realizaron según el siguiente detalle:

- En el año 2012 se desarrolló una campaña de prospección de 25 días, entre los meses de febrero y marzo, a cargo de 3 brigadas, cada una de ellas compuesta por 3 geoquímicos. Posteriormente, se ejecutó una campaña de prospección de 25 días, entre los meses de abril y mayo, a cargo de 2 brigadas, cada una de ellas conformada por 3 geoquímicos.
- En el año 2014 se llevó a cabo una campaña de prospección de 25 días, durante el mes de abril. Dicha campaña fue desarrollada por 3 brigadas, conformadas cada una de ellas por 3 geoquímicos. Asimismo, en el mes de julio, una brigada de 3 geoquímicos desarrolló trabajos de prospección durante 25 días.

Los sedimentos fueron tamizados en campo a malla N° 30 (0.6 mm) y en drenajes donde el sedimento es húmedo, se empleó una solución floculante con el propósito de acelerar la precipitación de las partículas en suspensión. Las bolsas de muestreo empleadas han sido de dos tipos: para sedimento

húmedo se utilizaron bolsas microporosas, mientras que para el sedimento seco se hizo uso de bolsas de polietileno.

Además de la recolección sistemática de sedimentos, se tomó información in situ de la ubicación, contexto geológico, naturaleza litológica de los clastos fluviales, alteraciones, mineralizaciones, entre otros. Dicha información permitió caracterizar objetivamente los sedimentos y definir la unidad geológica de aporte predominante.

La etapa de laboratorio fue desarrollada íntegramente en SGS del Perú, donde las muestras fueron preparadas, disgregadas y analizadas químicamente.

Es en esta etapa donde los sedimentos son tamizados a malla N° 200 (0.075 mm), seguidamente la fracción granulométrica es disgregada con "agua regia" y posteriormente analizada por ICP-MS, con el fin de cuantificar las abundancias geoquímicas de los principales elementos traza (B, Ba, Cr, Cu, Li, Mn, P, Sr, V, Zn, Zr, Ag, As, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cs, Ga, Ge, Hf, Hg, In, La, Lu, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Se, Sn, Ta, Te, Th, Tl, U, W, Y, Al, Ca, Na, Mg, K, Fe, S y Ti). Para el caso del oro, se empleó el ensayo al fuego en un tamaño de muestra de 50 g, finalizado por espectrometría de absorción atómica (AAS).

Una vez que el laboratorio certificado emite los resultados geoquímicos, se realiza un análisis y procesamiento estadístico de los datos. Para ello es necesario establecer dominios geológicos o poblaciones representativas, basados en una discriminación litológica y cronológica de la fuente de aporte de los sedimentos fluviales, los cuales fueron debidamente estudiados en cada estación de muestreo.

De acuerdo a estos criterios, es que se definen los niveles de fondo, umbrales, anomalías y asociaciones geoquímicas. Dicha información es fundamental para la generación de los diferentes mapas geoquímicos.

Los mapas geoquímicos tienen como principal utilidad orientar la prospección minera y caracterizar el paisaje geoquímico del área prospectada, además de servir como información fundamental para las líneas de base ambiental, los procesos de zonificación ecológica y económica y el ordenamiento territorial.

## 6.1 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Parámetros como pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos y temperatura fueron tomados en cada estación de muestreo, para ello se emplearon equipos multiparámetro portátiles de la marca HANNA modelo HI-98129.

En las estaciones de muestreo donde discurre agua superficial, el pH presenta un carácter principalmente básico, sin embargo, cabe señalar que existen escasos valores ácidos. Dichas lecturas se encuentran ligadas al tipo de ambiente litológico y en menor proporción a proyectos y ocurrencias minerales, las que son distales a las estaciones de muestreo que registran niveles de pH ácido (Mapa: MAF-GE29-20-02).

Respecto a la conductividad eléctrica (CE), la mayor parte de las lecturas realizadas son mayores a 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , es así que se observan valores máximos superiores a 7000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , relacionados a la existencia de niveles pelíticos y evaporíticos, además del caudal.

### 6.1.1 Distribución del potencial de hidrógeno (pH)

En el área de estudio, el pH de las aguas de escorrentía es mayormente básico, 8.37 en promedio con una desviación típica de 0.5 (Mapa: MAF-GE29-20-02 y figura 6.1). Se observan algunos valores de pH ligeramente ácidos, en un rango que va de 6 a 7 (figura 6.1), dichas lecturas se sitúan en la cuenca alta del río Quiroz, en las localidades de Sapillica y Jilili, específicamente

en las quebradas Grande y Jardín. El sector antes mencionado se caracteriza por presentar afloramientos andesíticos de la Formación Lancones, además de la existencia de algunos cuerpos de la tonalita-diorita (Pamparumbe).

### 6.1.2 Distribución de la conductividad eléctrica (CE)

Las aguas de escorrentía en el área prospectada presentan por lo general una conductividad eléctrica mayor a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en la figura 6.2 se observa que, en muchos lugares, las lecturas de conductividad eléctrica llegan a ser superiores a 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo los máximos valores mayores a 7000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Mapa: MAF-GE29-20-03). Dichas magnitudes se presentan en las quebradas Carrizal (9014  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Paugaruyo (7595  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y Jaguay Grande (7366  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Los ambientes litoestratigráficos correspondientes a las quebradas antes mencionadas son principalmente clásticos con niveles de pelitas y algunas evaporitas.

## 6.2 DISTRIBUCIÓN GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS

### 6.2.1 Distribución geoquímica del antimonio

A través del procesamiento estadístico de las 8 poblaciones tratadas, se identificó que el antimonio presenta distribuciones asimétricas positivas (cuadro 6.1 y figura 6.3). En este contexto, se distingue la población 7 (SSPN) por evidenciar la máxima asimetría (13.5).

Cuadro 6.1

Estadística descriptiva del antimonio según dominio litoestratigráfico

Antimonio	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	0.2	0.2	1.7	0.6	0.1	0.3	0.1	NA	0.09	0.2
Máximo <sup>1</sup>	1.8	7.3	2	3.1	4.7	20.3	43.4	NA	63.4	3.6
Nivel de fondo <sup>1</sup>	0.6	0.7	NA	1.1	0.8	1.1	0.7	NA	0.5	0.5
Umbral <sup>1</sup>	1.1	1.3	NA	2.9	3.7	4.4	1.2	NA	14.3	2
Anomalías	3	8	NA	1	5	13	7	NA	7	5

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

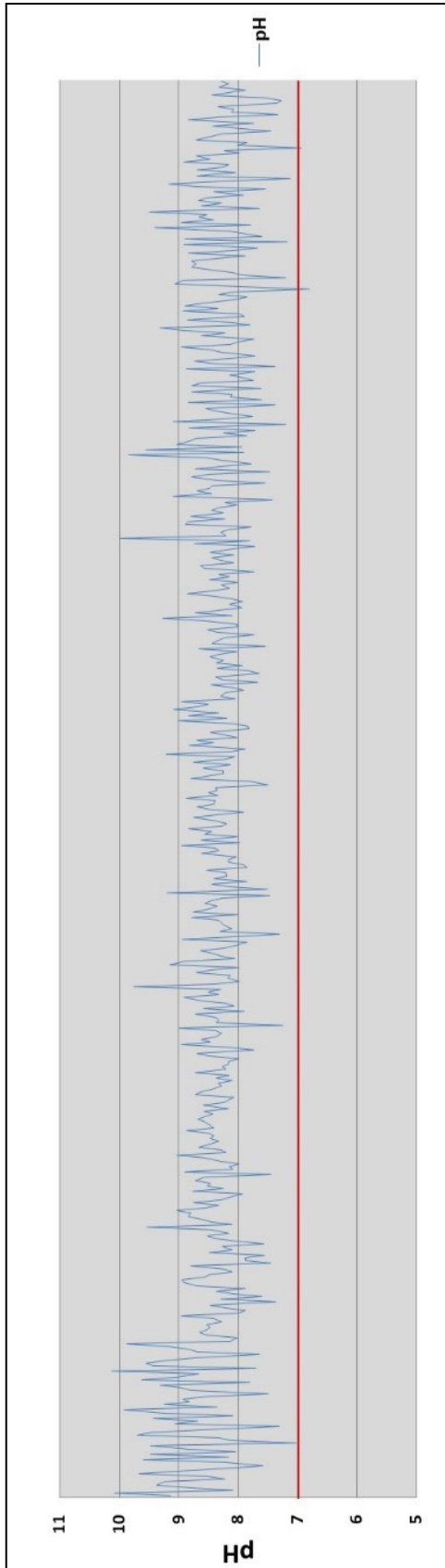


Figura 6.1 pH en aguas de escorrentía; muestras orientadas de oeste a este

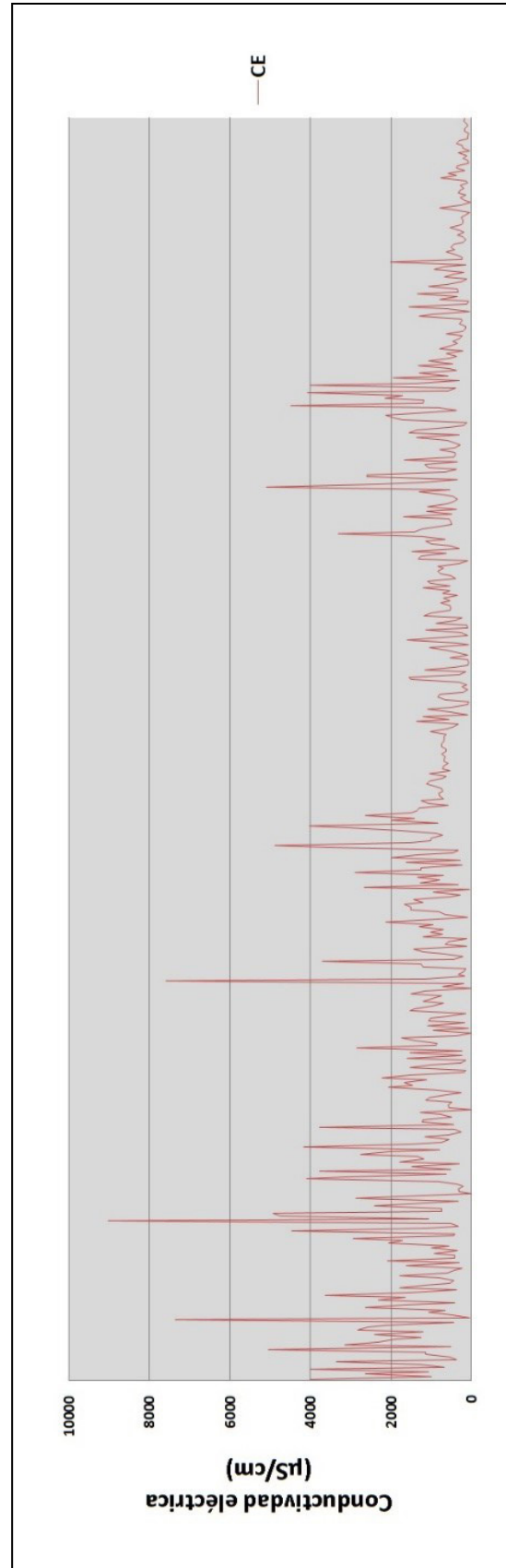


Figura 6.2 Conductividad eléctrica en aguas de escorrentía; muestras orientadas de oeste a este



Los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico inferior y metamórficas del Paleozoico mostraron los menores rangos de antimonio, 1.7 ppm – 2 ppm y 0.2 ppm – 1.8 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-04 y figura 6.3).

Los mayores niveles de fondo corresponden a las poblaciones 4 (SCKI) y 6 (SSKs), en la cual este parámetro es de 1.1 ppm en

ambos casos. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 2.9 ppm y 4.4 ppm, respectivamente (figura 6.4).

Los patrones de los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional en la mayoría de los ambientes investigados, a excepción de los ambientes 5 (VSK) y 10 (IKsP). Las razones de dichos patrones fluctúan desde 1.8 (MPz) hasta 4.5 (VSK), lo cual denota los contrastes geoquímicos del antimonio (figura 6.4).

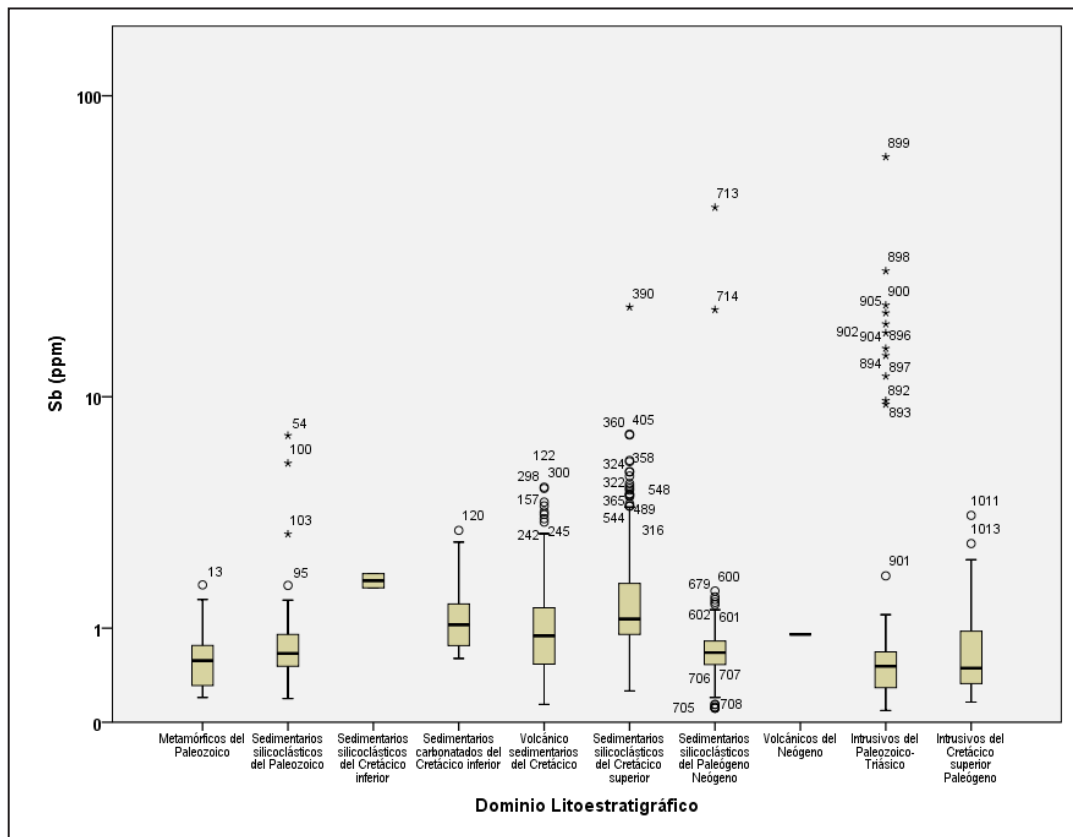


Figura 6.3 Abundancias geoquímicas del antimonio según población estadística

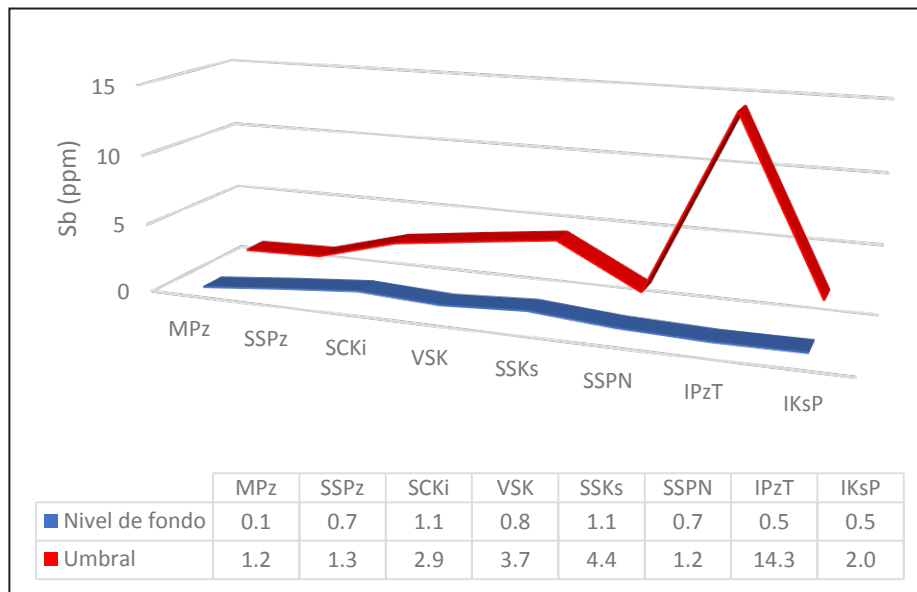


Figura 6.4 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del antimonio

### 6.2.2 Distribución geoquímica del arsénico

El arsénico muestra distribuciones asimétricas positivas en todas las poblaciones estadísticamente evaluadas (cuadro 6.2

y figura 6.5). Cabe indicar que los sedimentos procedentes de las unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior se caracterizan por tener la máxima asimetría (15.7), como resultado de tenores atípicos.

Cuadro 6.2

#### Estadística descriptiva del arsénico según dominio litoestratigráfico

Arsénico	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IpzT	IksP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	5	2	7	2	< 1	< 1	< 1	NA	< 1	< 1
Máximo <sup>1</sup>	41	56	14	16	211	1119	3453	NA	4222	23
Nivel de fondo <sup>1</sup>	10.2	9.8	NA	6.6	7	6	7	NA	9	5
Umbral <sup>1</sup>	25.9	18.3	NA	14	40.9	12	13.4	NA	610.2	18
Anomalías	3	7	NA	1	10	12	14	NA	7	4

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Las asimetrías identificadas obedecen a la presencia de valores atípicos, en el que destaca la población 9 (IPZT) por mostrar la máxima concentración de arsénico (4222 ppm) del área de estudio (Mapa: MAF-GE29-20-05 y figura 6.5).

Los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas y unidades carbonatadas, ambas del Cretácico inferior, presentaron los menores rangos de arsénico, 7 ppm – 14 ppm y 2 ppm – 16 ppm, respectivamente (figura 6.5).

Los mayores niveles de fondo se evidenciaron en las poblaciones 1 (MPz) y 2 (SSPz), en las cuales este parámetro es del orden de 10.2 ppm y 9.8 ppm, respectivamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 25.9 ppm y 18.3 ppm, recíprocamente (figura 6.6).

A excepción de la población 5 (VSK), las tendencias de los niveles de fondo y umbrales geoquímicos en los ambientes investigados muestran un carácter proporcional, con ratios que van de 1.9 (SSPz) a 4 (VSK), lo cual denota los contrastes geoquímicos del arsénico (figura 6.6).

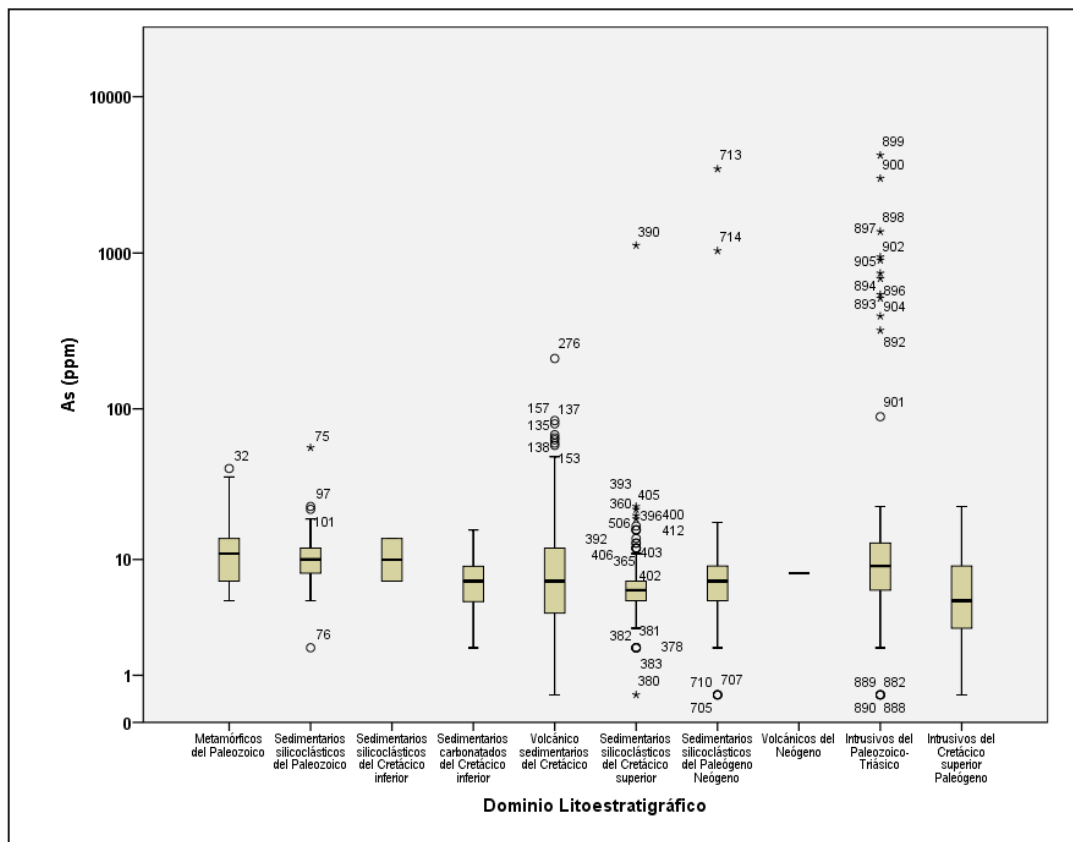


Figura 6.5 Abundancias geoquímicas del arsénico según población estadística

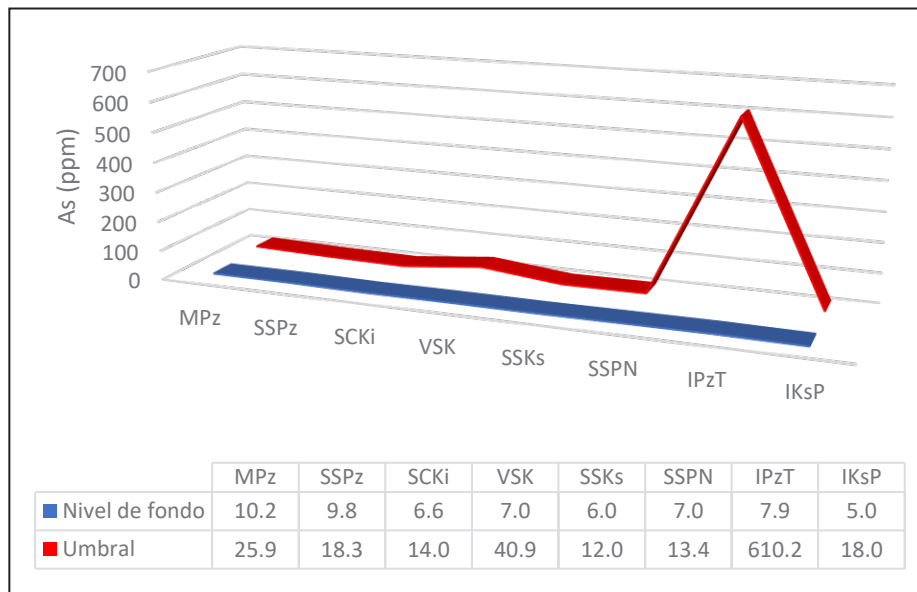


Figura 6.6 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del arsénico

### 6.2.3 Distribución geoquímica del bario

Las distribuciones de bario presentan un carácter asimétrico positivo (cuadro 6.3 y figura 6.7), lo cual define el contraste

geoquímico de este elemento, destacando la mediana de la población 3 (SSKi) que alcanza 295 ppm.

Cuadro 6.3

#### Estadística descriptiva del bario según dominio litoestratigráfico

Bario	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	64	37	163	61	53	49	40	NA	51	48
Máximo <sup>1</sup>	442	597	427	459	709	1225	2872	NA	1070	252
Nivel de fondo <sup>1</sup>	81.5	80	NA	194	152	218	169	NA	103	134
Umbral <sup>1</sup>	290	286	NA	431	362	488	712	NA	236	233
Anomalías	3	4	NA	1	5	12	14	NA	10	2

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Las asimetrías obedecen a la presencia de valores atípicos, a excepción de las poblaciones 2 (SSPz), 3 (SSKi) y 4 (SCKi).

Los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico inferior e intrusivos del Cretácico superior - Paleógeno presentaron los menores rangos de bario, 48 ppm – 252 ppm y 163 ppm – 427 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-06 y figura 6.7).

Los mayores niveles de fondo corresponden a las poblaciones 4 (SCKi) y 6 (SSKs), en las cuales este parámetro es calculado

en 194 ppm y 218 ppm, respectivamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones alcanzan tenores de 431 ppm y 488 ppm, correspondientemente (figura 6.8).

Los cocientes entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional, con razones que van de 1.7 (IKsP) a 3.6 (Mpz y SSPz), lo cual da cuenta del contraste geoquímico del bario en los diferentes ambientes investigados (figura 6.8).

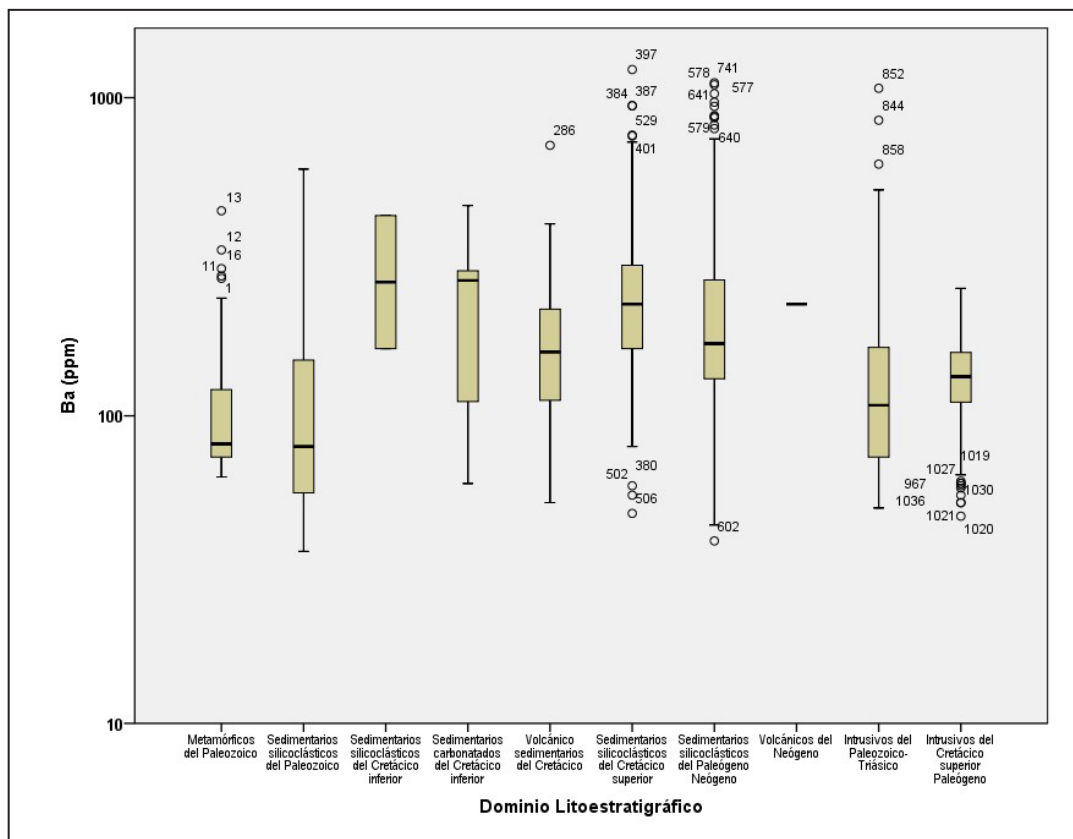


Figura 6.7 Abundancias geoquímicas del bario según población estadística

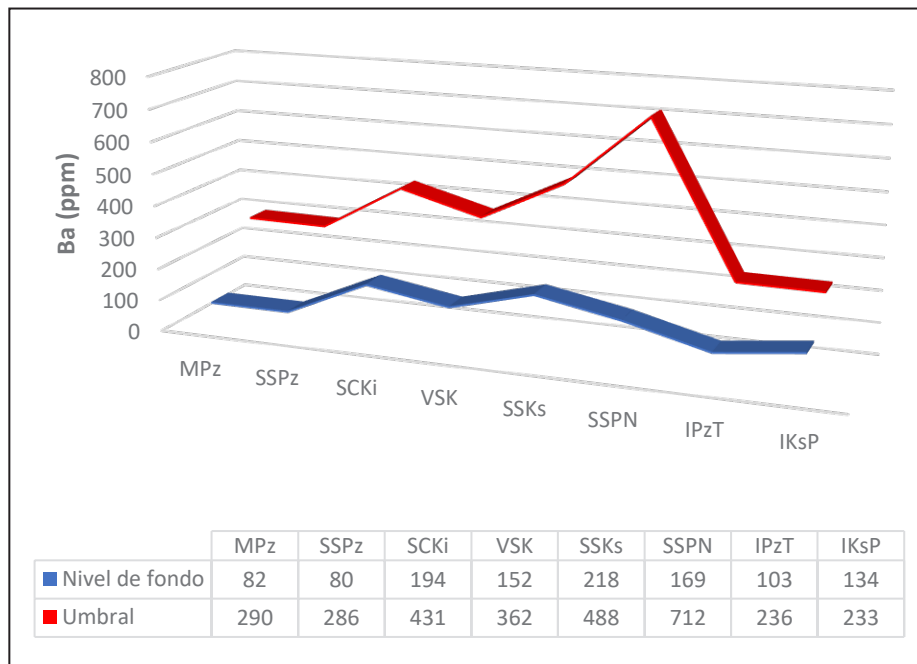


Figura 6.8 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del bario

### 6.2.4 Distribución geoquímica del cadmio

Las distribuciones del cadmio mostraron comportamientos asimétricos positivos en todas las poblaciones tratadas (cuadro

6.4 y figura 6.9), en las cuales predomina la población 7 (SSPN), cuya asimetría es 13.3. Dicho atributo es consecuencia de valores atípicos extremos, siendo los más significativos del orden de 15.5 ppm y 34.3 ppm.

Cuadro 6.4

#### Estadística descriptiva del cadmio según dominio litoestratigráfico

Cadmio	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	0.06	0.09	0.88	0.28	0.15	0.11	0.08	NA	0.02	0.1
Máximo <sup>1</sup>	2.41	8.03	1.68	2.66	3.31	18.5	34.3	NA	51	3.68
Nivel de fondo <sup>1</sup>	0.18	0.36	NA	0.94	0.72	0.64	0.55	NA	0.33	0.51
Umbral <sup>1</sup>	0.65	1.01	NA	2.22	1.81	1.59	1.19	NA	2.06	1.12
Anomalías	3	5	NA	1	6	12	16	NA	13	5

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Es importante mencionar que las asimetrías de las distribuciones de cadmio responden a la presencia de concentraciones atípicas, en este contexto resalta la población 9 (IPzT), la cual alberga la máxima concentración de cadmio (51 ppm) del área de estudio (figura 6.9).

Los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno - Neógeno e intrusivas del Paleozoico - Triásico presentaron los menores rangos de cadmio, 0.08 ppm – 34.3 ppm y 0.02 ppm – 51 ppm, recíprocamente (Mapa: MAF-GE29-20-07 y figura 6.9).

Los mayores niveles de fondo pertenecen a las poblaciones 4 (SCKi) y 5 (SSKs), en las cuales este parámetro es del orden de 0.94 ppm y 0.72 ppm, respectivamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 2.22 ppm y 1.81 ppm, en ese orden (figura 6.10).

Los ratios entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional en la mayoría de poblaciones estudiadas, a excepción de los ambientes 9 y 10. Dichos ratios fluctúan desde 1.7 (SSKs) hasta 6.2 (IPzT), lo cual denota los contrastes geoquímicos del cadmio (figura 6.10).

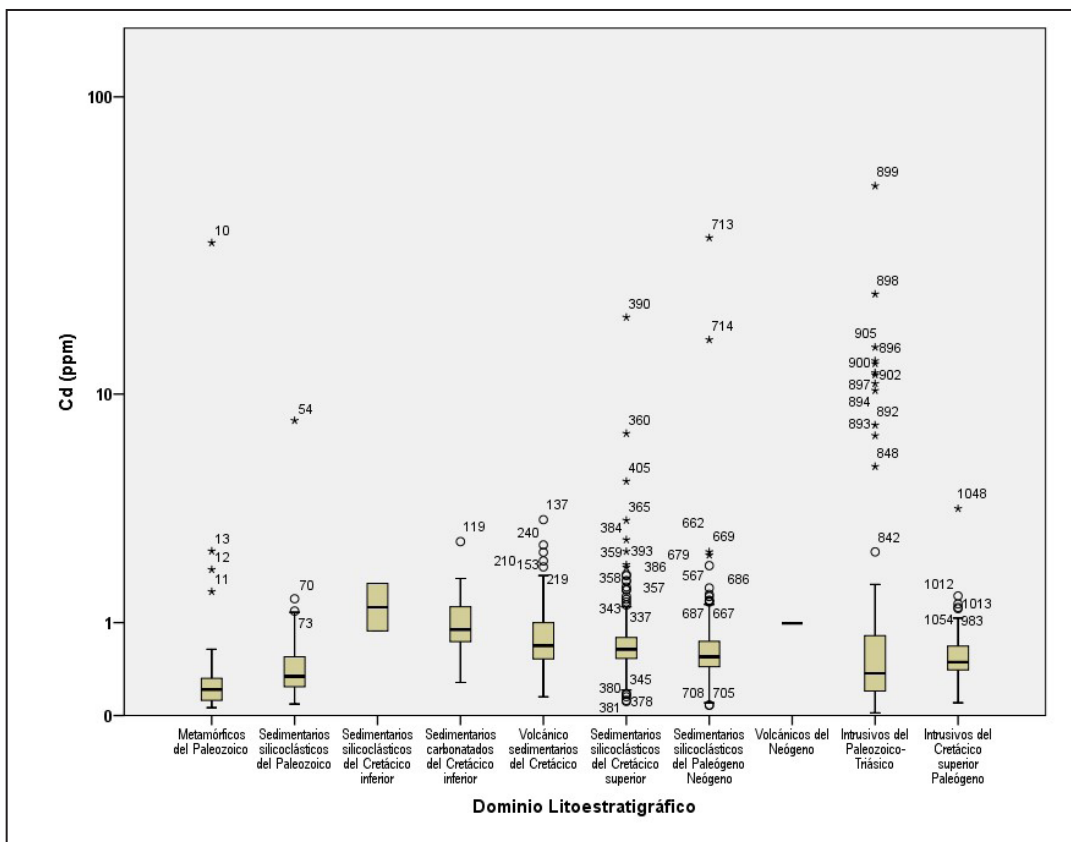


Figura 6.9 Abundancias geoquímicas del cadmio según población estadística

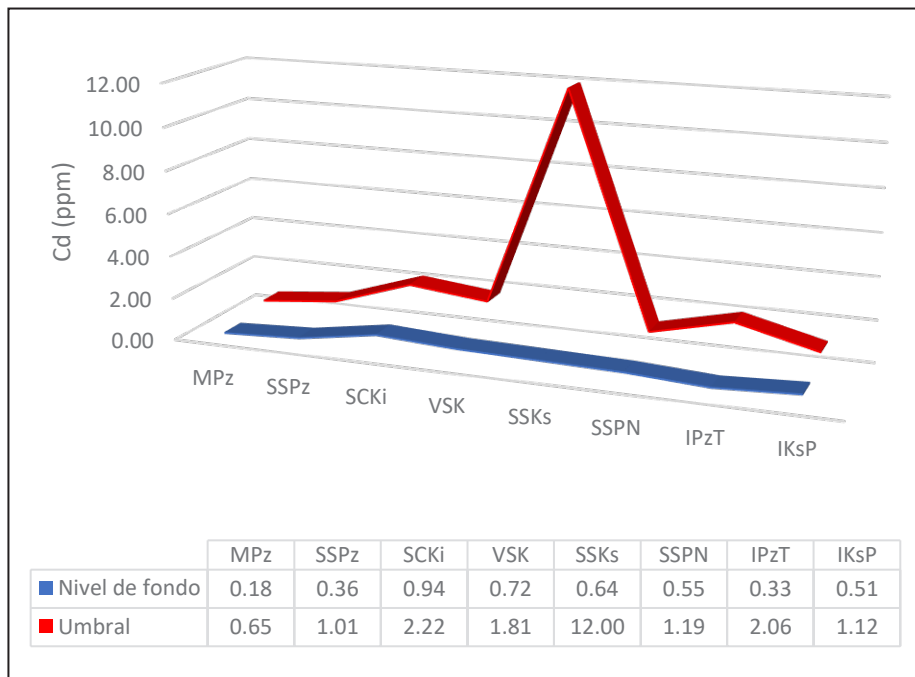


Figura 6.10 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del cadmio

### 6.2.5 Distribución geoquímica del cobalto

El cobalto mostró distribuciones asimétricas positivas a excepción de la población 2 (SSPz), que denota un coeficiente

de asimetría del orden de -0.1. Así mismo, destaca la población 1 (MPz) por mostrar la máxima asimetría (2.1), tal como se observa en el cuadro 6.5 y en la figura 6.11.

Cuadro 6.5

#### Estadística descriptiva del cobalto según dominio litoestratigráfico

Cobalto	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AN	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	7.2	5.2	10.9	6.3	5	2.5	2.6	NA	3.5	4
Máximo <sup>1</sup>	20.3	15.8	12.8	14.5	52.8	28.6	25.5	NA	28.4	26
Nivel de fondo <sup>1</sup>	9	11	NA	9	18	13	13	NA	10	12
Umbral <sup>1</sup>	12	16	NA	13	44	20	23	NA	19	22
Anomalías	6	1	NA	1	6	12	4	NA	2	4

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm



Los valores atípicos, a excepción de las poblaciones 3 (SSKi), 4 (SCKi) y 5 (VSK), explican el carácter asimétrico de las distribuciones de cobalto en los sedimentos fluviales.

Los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas y sedimentarias carbonatadas, ambas del Cretácico inferior, mostraron los menores rangos de abundancia de cobalto, 10.9 ppm – 12.8 ppm y 6.3 ppm – 14.5 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-08 y figura 6.11).

Los mayores niveles de fondo corresponden a las poblaciones 5 (VSK) y 7 (SSPN), en este caso 18 ppm y 13 ppm, recíprocamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones alcanzan tenores de 44 ppm y 23 ppm, en ese orden (figura 6.12).

Los cocientes entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional, con razones que van de 1.4 (MPz) a 2.4 (VSK), lo cual da cuenta del contraste geoquímico del cobalto en los diferentes ambientes investigados (figura 6.12).

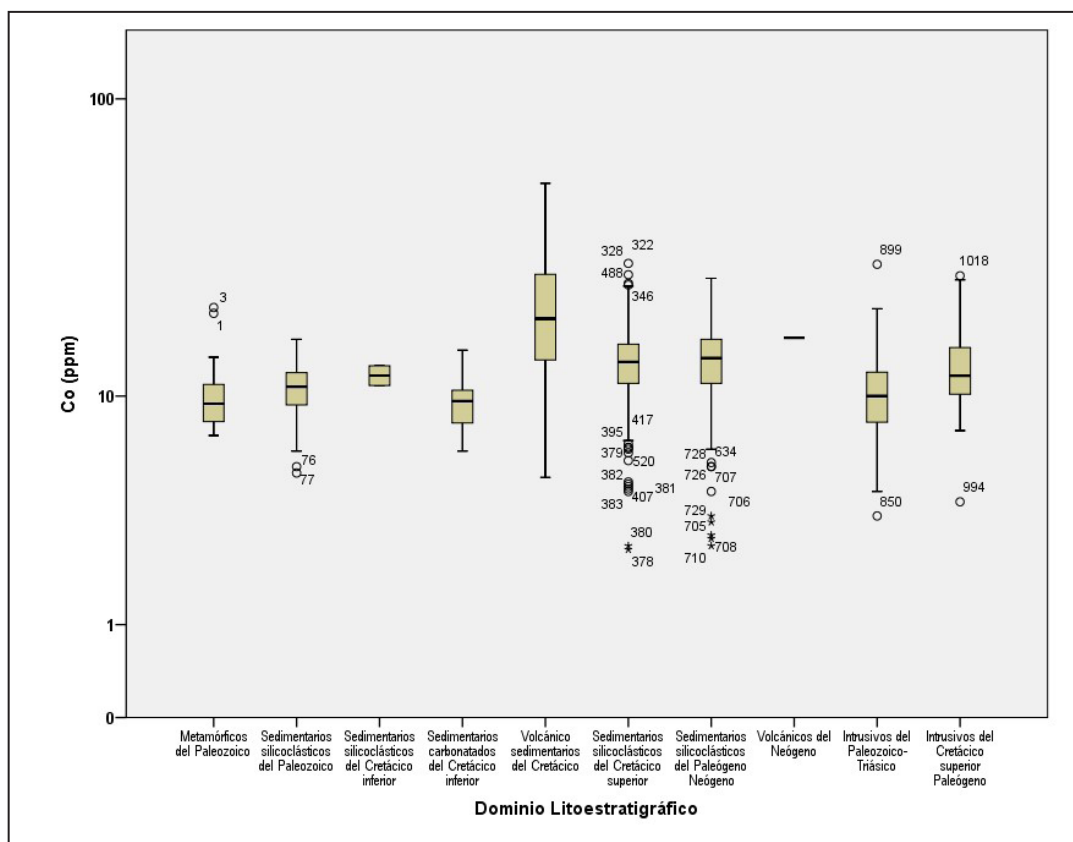


Figura 6.11 Abundancias geoquímicas del cobalto según población estadística

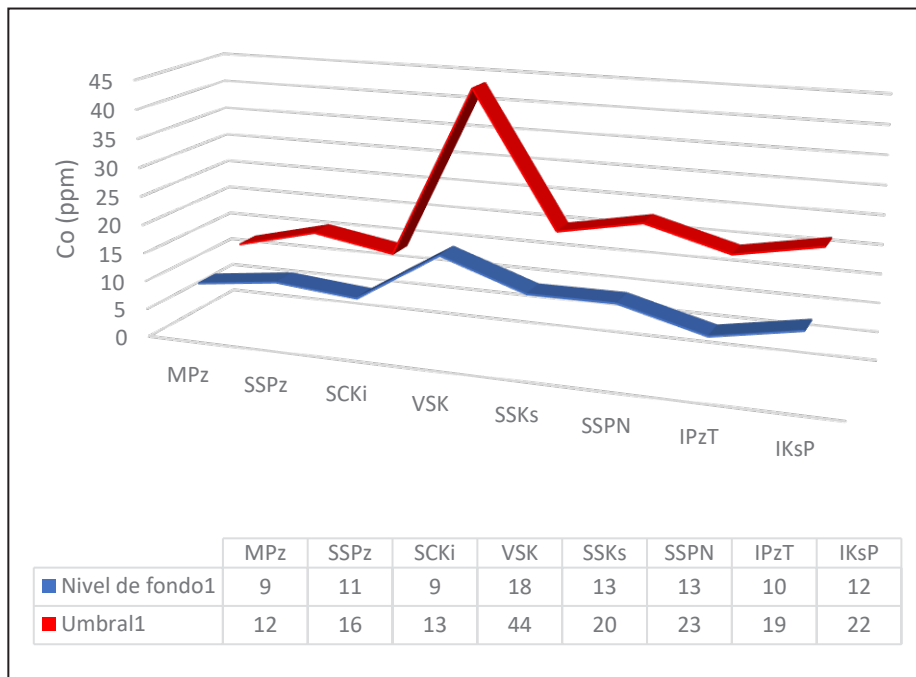


Figura 6.12 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del cobalto

### 6.2.6 Distribución geoquímica del cobre

Las distribuciones de cobre presentaron un carácter asimétrico positivo en todas las poblaciones estadísticamente tratadas

(cuadro 6.6 y figura 6.13), siendo las poblaciones 6 (SSKs) y 7 (SSPN) aquellas con los máximos coeficientes de asimetría, 14.2 y 13.6, respectivamente.

Cuadro 6.6

Estadística descriptiva del cobre según dominio litoestratigráfico

Cobre	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	13	8.7	21.1	15.4	20.3	8	6	NA	9.3	13.1
Máximo <sup>1</sup>	38.1	55.1	52.3	45.2	156.5	881.3	1596	NA	2022	225.1
Nivel de fondo <sup>1</sup>	20	21	NA	29	58	45	30	NA	26	37
Umbral <sup>1</sup>	28	48	NA	44	118	66	48	NA	196	78
Anomalías	3	3	NA	1	3	7	6	NA	11	9

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Es importante mencionar que las asimetrías observadas responden a la presencia de concentraciones atípicas, a excepción de las poblaciones 2 (SSPz), 3 (SSKi) y 5 (VSK). Corresponde prestar atención a dichas concentraciones atípicas, puesto que, de acuerdo al contexto geológico y su asociación con otros elementos, pueden representar anomalías geoquímicas de interés prospectivo.

Los sedimentos provenientes de unidades metamórficas del Paleozoico y sedimentarias carbonatadas del Cretácico inferior presentaron los menores rangos de cobre, 13 ppm – 38.1 ppm y 15.4 ppm – 45.2 ppm, recíprocamente (Mapa: MAF-GE29-20-09 y figura 6.13).

Los mayores niveles de fondo pertenecen a las poblaciones 5 (VSK) y 6 (SSKs), en las cuales este parámetro es calculado en 58 ppm y 45 ppm, respectivamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 118 ppm y 66 ppm, correspondientemente (figura 6.14).

Los ratios entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional en la mayoría de poblaciones estudiadas, a excepción del ambiente 2 (SSPz). Dichos ratios fluctúan desde 1.4 (MPz) hasta 7.6 (IPzT), lo cual describe los contrastes geoquímicos del cobre (figura 6.14).

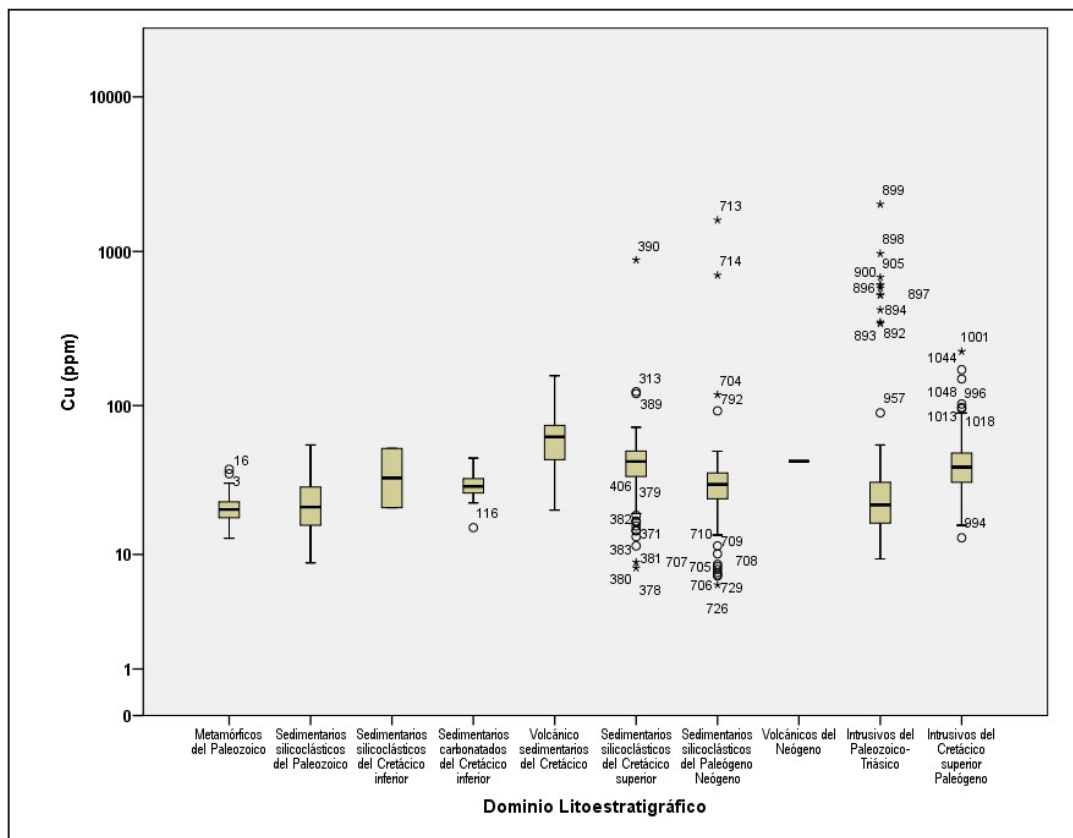


Figura 6.13 Abundancias geoquímicas del cobre según población estadística

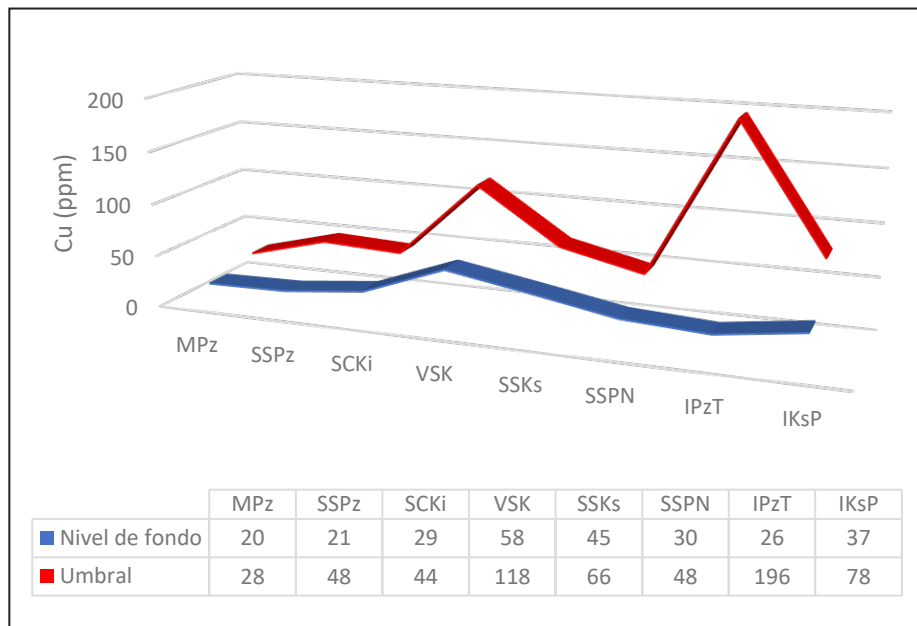


Figura 6.14 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del cobre

### 6.2.7 Distribución geoquímica del cromo

Las concentraciones de cromo mostraron distribuciones asimétricas positivas en todas las poblaciones evaluadas (cuadro

6.7 y figura 6.15). En este contexto, el máximo coeficiente de asimetría (5.1) pertenece a los sedimentos provenientes de las unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno.

Cuadro 6.7

#### Estadística descriptiva del cromo según dominio litoestratigráfico

Cromo	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	20	12	15	11	5	10	12	NA	12	5
Máximo <sup>1</sup>	231	287	29	63	423	354	423	NA	298	490
Nivel de fondo <sup>1</sup>	84	24	NA	20	31	31	34	NA	35	24
Umbral <sup>1</sup>	134	80	NA	46	163	103	122	NA	238	117
Anomalías	3	4	NA	1	5	13	14	NA	6	7

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Es relevante indicar que la mayoría de las asimetrías guardan relación con la presencia de concentraciones atípicas, en este contexto resalta la población 10 (IKsP), la cual alberga la máxima concentración de cromo (490 ppm) del área de estudio (figura 6.15).

Los sedimentos originados a partir de unidades sedimentarias silicoclásticas y sedimentarias carbonatadas, ambas del Cretácico inferior, presentaron los menores rangos de cromo, 15 ppm – 29 ppm y 11 ppm – 63 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-10 y figura 6.15).

Los mayores niveles de fondo se identificaron en las poblaciones 1 (MPz) y 9 (IPzT), los cuales son del orden de 84 ppm y 35 ppm, respectivamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones alcanzan tenores de 134 ppm y 82 ppm, en ese orden (figura 6.16).

Los cocientes entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional en la mayoría de poblaciones estudiadas, a excepción de los sedimentos procedentes de las unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno. Los contrastes geoquímicos de cromo son evidenciados por los cocientes precitados, los que fluctúan de 1.6 (MPz) a 6.8 (IPzT), tal como se muestra en la figura 6.16.

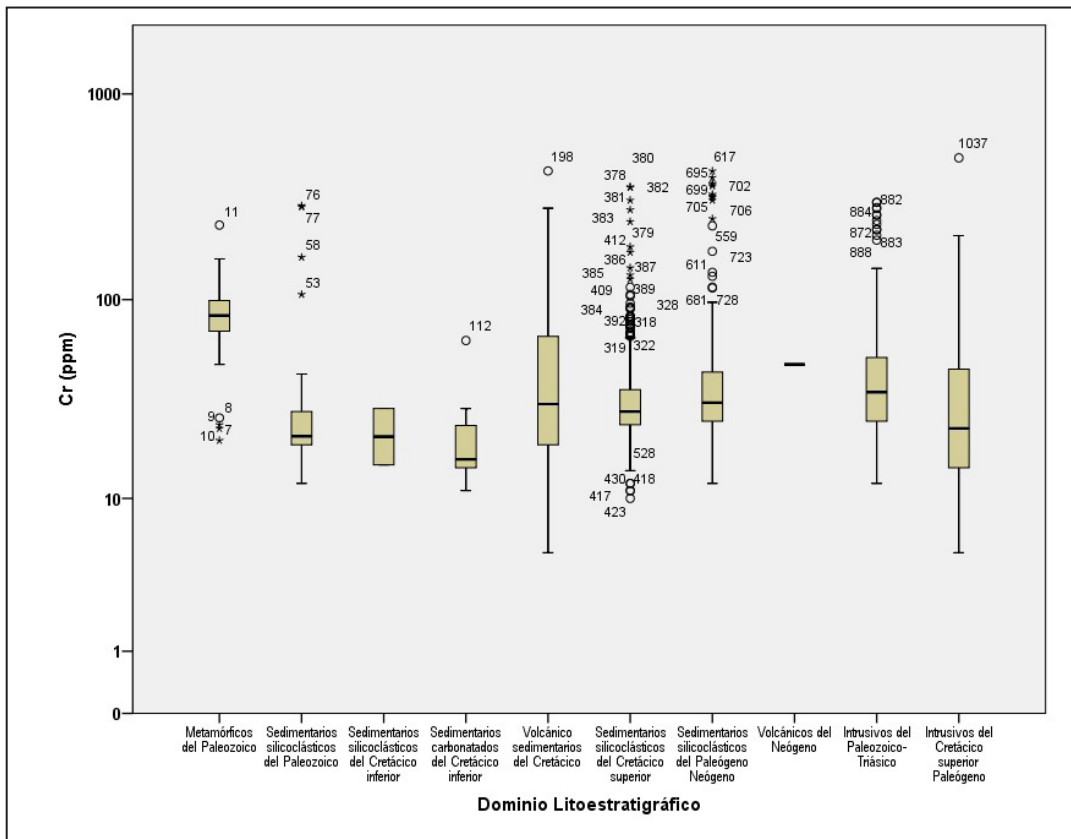


Figura 6.15 Abundancias geoquímicas del cromo según población estadística

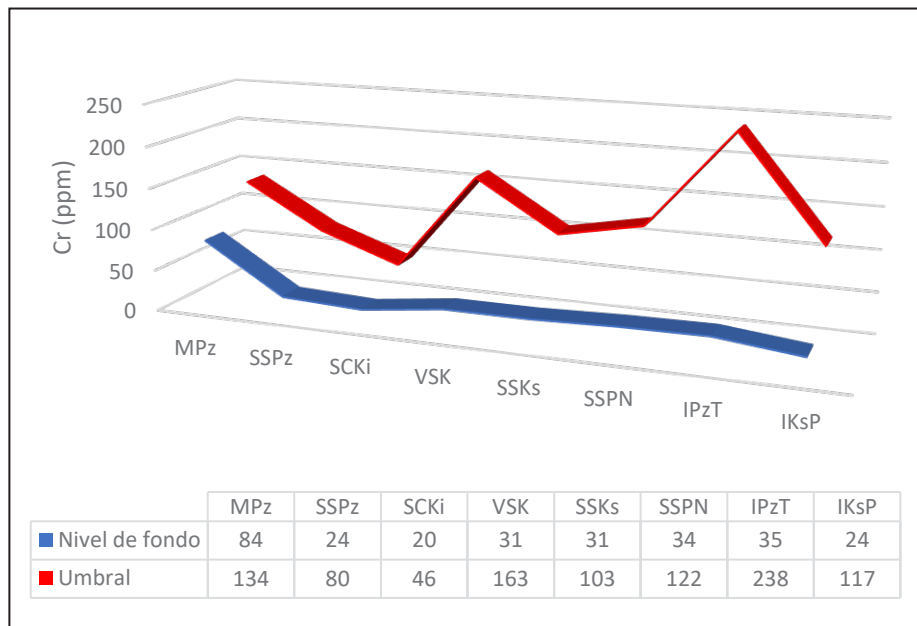


Figura 6.16 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del cromo

### 6.2.8 Distribución geoquímica del manganeso

A través del análisis exploratorio de datos aplicado a las poblaciones estadísticas, se identificó que todas las

distribuciones de manganeso son de carácter asimétrico positivo (cuadro 6.8 y figura 6.17), en la cual la población 5 (VSK) define el máximo coeficiente de asimetría (5.9), además del tenor atípico más contrastante del área de estudio (6 511 ppm).

Cuadro 6.8

Estadística descriptiva del cromo según dominio litoestratigráfico

Manganeso	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IksP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	208	186	401	186	163	67	99	NA	143	341
Máximo <sup>1</sup>	823	1214	495	517	6511	1142	1330	NA	1436	1695
Nivel de fondo <sup>1</sup>	386	339	NA	276	892	451	417	NA	419	594
Umbral <sup>1</sup>	656	503	NA	438	1830	888	951	NA	846	1089
Anomalías	1	6	NA	1	3	6	4	NA	6	9

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Las asimetrías identificadas responden a la presencia de concentraciones atípicas, a excepción de las poblaciones 1 (MPz) y 3 (SSKi), las cuales se caracterizan por mostrar distribuciones con menor dispersión estadística.

Los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas y sedimentarias carbonatadas, ambas del Cretácico inferior, mostraron los menores rangos de manganeso, 401 ppm – 495 ppm y 186 ppm – 517 ppm, recíprocamente (Mapa: MAF-GE29-20-11 y figura 6.17).

Los mayores niveles de fondo corresponden a las poblaciones 5 (VSK) y 10 (IksP), en las cuales este parámetro es calculado en 892 ppm y 594 ppm, respectivamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 1830 ppm y 1089 ppm, correspondientemente (figura 6.18).

Los patrones de los niveles de fondo y umbrales geoquímicos en todos los ambientes investigados muestran un carácter proporcional, con razones que van de 1.5 (SSPz) a 2.3 (SSPN), lo cual da cuenta del contraste geoquímico del manganeso (figura 6.18).

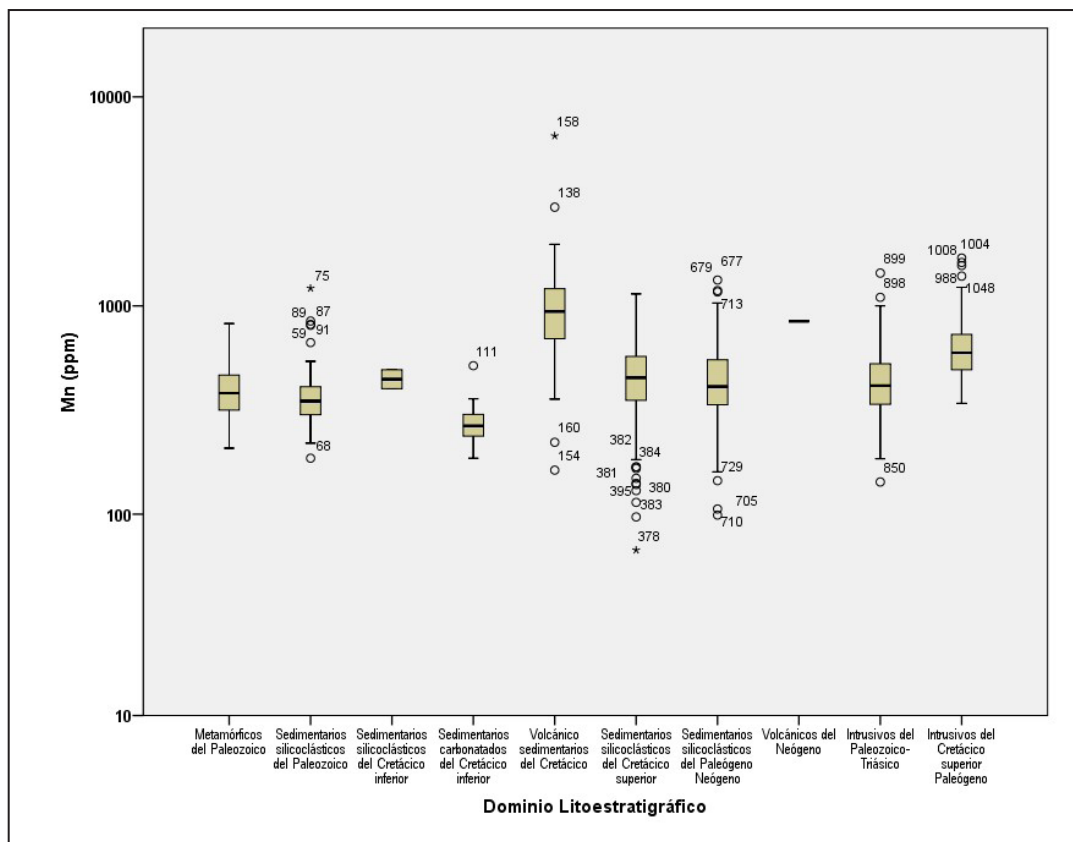


Figura 6.17 Abundancias geoquímicas del manganeso según población estadística

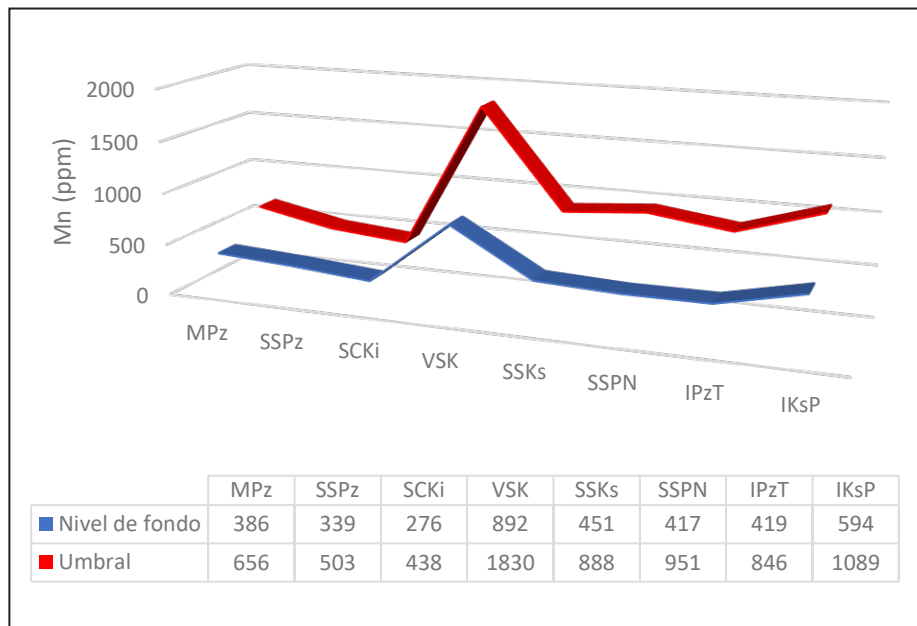


Figura 6.18 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del manganeso

### 6.2.9 Distribución geoquímica del mercurio

Las distribuciones de mercurio presentaron un carácter asimétrico positivo en todas las poblaciones estadísticamente

evaluadas (cuadro 6.9 y figura 6.19). Es así que los sedimentos procedentes de las unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico y Cretácico superior-Paleógeno, denotan las máximas asimetrías del área de estudio, 9.7 y 9.6, respectivamente.

Cuadro 6.9

#### Estadística descriptiva del mercurio según dominio litoestratigráfico

Mercurio	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IpzT	IksP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	< 0.01	< 0.01	0.08	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	NA	< 0.01	< 0.01
Máximo <sup>1</sup>	2.15	0.27	0.18	0.14	4.12	3.46	4.51	NA	11.4	3.13
Nivel de fondo <sup>1</sup>	0.06	0.05	NA	0.07	0.04	0.06	0.03	NA	0.07	0.03
Umbral <sup>1</sup>	1.2	0.16	NA	0.13	0.41	0.18	0.43	NA	0.3	0.16
Anomalías	3	1	NA	1	10	13	10	NA	12	6

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm



Es importante indicar que las asimetrías responden a la presencia de concentraciones atípicas, a excepción de la población 3 (SSKi). Este comportamiento mostró su máxima expresión en la población 9 (IPzT), que alberga valores atípicos extremos en el rango de 0.49 ppm a 11.4 ppm, este último valor corresponde a la máxima concentración de mercurio del área prospectada.

Los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas y sedimentarias carbonatadas, ambas del Cretácico inferior, presentaron los menores rangos de mercurio, 0.08 ppm – 0.18 ppm y 0.05 ppm - 0.14 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-12 y figura 6.19).

Los mayores niveles de fondo pertenecen a las poblaciones 9 (IPzT) y 4 (SCKi), en las cuales este parámetro es del orden de 0.07 ppm en ambos casos. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 0.3 ppm y 0.13 ppm, recíprocamente (figura 6.20).

Los ratios entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos no muestran un carácter proporcional, efecto que es más evidente en las poblaciones 5 (VSK) y 7 (SSPN). Estos ratios fluctúan desde 1.9 (SCKi) hasta 14.4 (SSPN), lo cual da cuenta del significativo contraste geoquímico del mercurio en los diferentes ambientes investigados (figura 6.20).

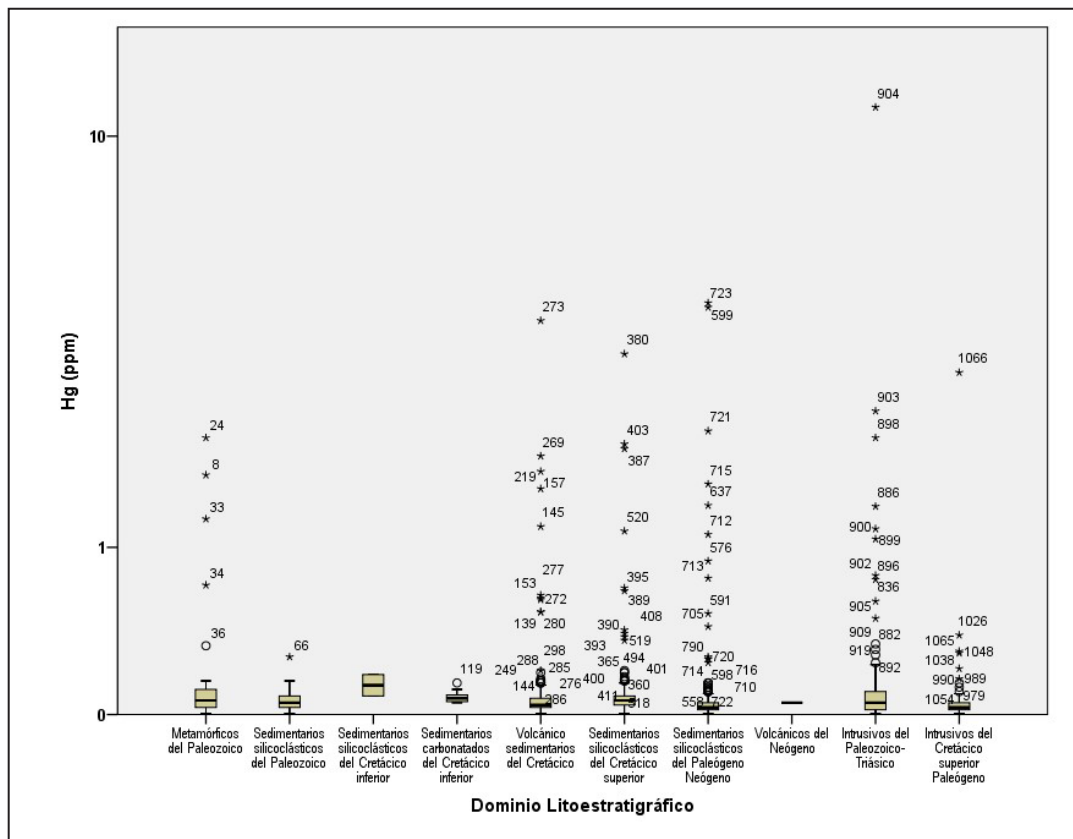


Figura 6.19 Abundancias geoquímicas del mercurio según población estadística

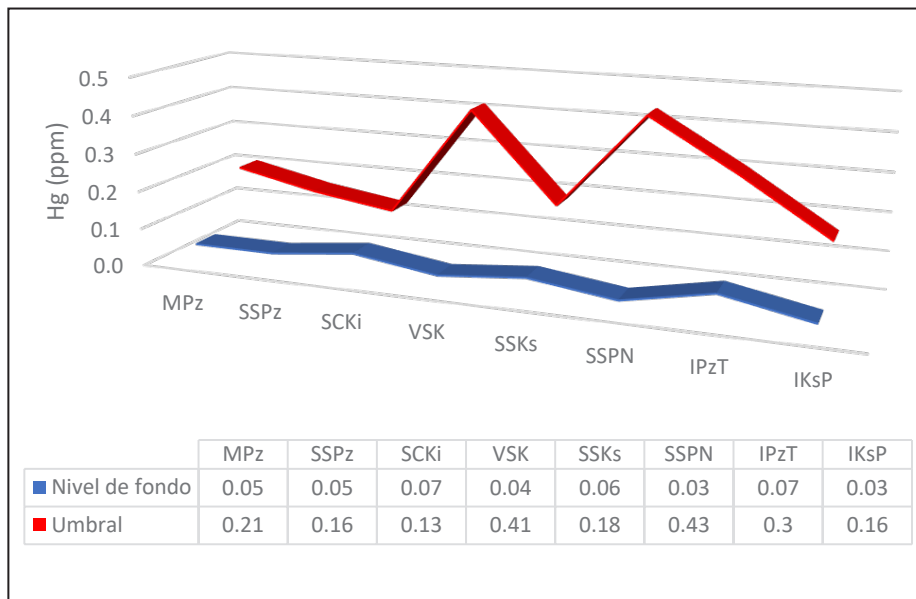


Figura 6.20 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del mercurio

### 6.2.10 Distribución geoquímica del molibdeno

El molibdeno mostró distribuciones asimétricas positivas en todas las poblaciones estadísticamente evaluadas (cuadro 6.10

y figura 6.21). Este elemento describe las máximas asimetrías en las poblaciones 5 (VSK) y 2 (SSPz), en las cuales dicho parámetro es 7.5 y 6.5, respectivamente.

Cuadro 6.10

#### Estadística descriptiva del molibdeno según dominio litoestratigráfico

Molibdeno	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	0.26	0.35	2.05	0.81	0.13	0.47	0.28	NA	0.29	0.24
Máximo <sup>1</sup>	6.44	22.12	11.68	25.08	26.64	35.57	13.39	NA	14.55	36.37
Nivel de fondo <sup>1</sup>	1.1	0.9	NA	3.2	1	1.4	1.4	NA	1.3	0.9
Umbral <sup>1</sup>	1.9	3.9	NA	19.9	3	5.2	4.5	NA	5.4	3.3
Anomalías	6	3	NA	1	9	12	14	NA	7	8

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Las asimetrías identificadas obedecen a la presencia de valores atípicos, salvo las poblaciones 3 (SSKi) y 4 (SCKi). En este contexto destaca la población 10 (IKsP) por poseer el máximo tenor atípico de molibdeno (36.37 ppm), tal como se observa en la figura 6.21.

Los sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico y sedimentarias silicoclásticas del Cretácico inferior, mostraron los menores rangos de molibdeno, 0.26 ppm – 6.44 ppm y 2.05 ppm – 11.68 ppm, correspondientemente (Mapa: MAF-GE29-20-13 y figura 6.21).

Los mayores niveles de fondo corresponden a las poblaciones 4 (SCKi), 6 (SSKs) y 7 (SSPN), en las cuales este parámetro es igual a 3.2 ppm y en los dos últimos casos igual a 1.4 ppm. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones alcanzan tenores de 19.9 ppm y 3.2 ppm, respectivamente (figura 6.22).

Los cocientes entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional, con razones que van de 1.7 (MPz) a 6.2 (SCKi), lo cual denota los contrastes geoquímicos del molibdeno en los diferentes ambientes investigados (figura 6.22).

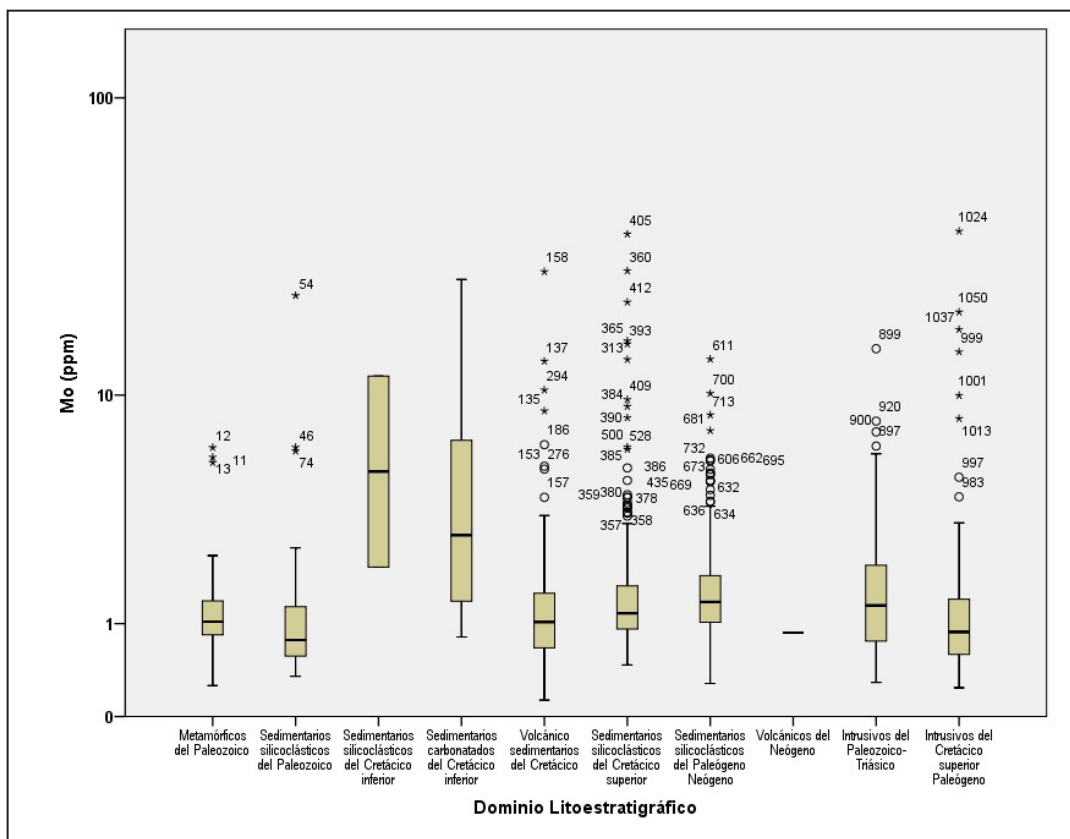


Figura 6.21 Abundancias geoquímicas del molibdeno según población estadística

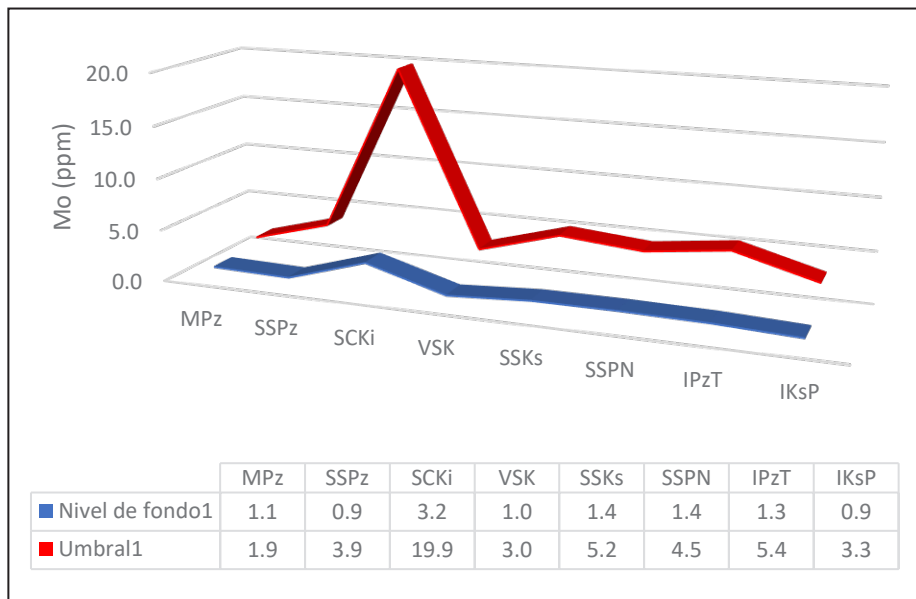


Figura 6.22 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del molibdeno

### 6.2.11 Distribución geoquímica del níquel

Las distribuciones de níquel denotan asimetrías positivas (cuadro 6.11 y figura 6.23), siendo la población 10 (IKsP) aquella que

define el mayor coeficiente de asimetría (6.2). Dicha población se caracteriza por tener la menor mediana (10.1 ppm), lo cual refleja el contraste de níquel en los sedimentos procedentes de las unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno.

Cuadro 6.11

#### Estadística descriptiva del níquel según dominio litoestratigráfico

Níquel	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	15.8	14.1	28.8	17.4	5.2	12.6	6.6	NA	8	3.6
Máximo <sup>1</sup>	35.4	54.4	37.8	92.9	170.4	145.9	88.1	NA	46.2	282.5
Nivel de fondo <sup>1</sup>	24	24	NA	34	12	28	31	NA	19	11
Umbral <sup>1</sup>	35	35	NA	89	22	53	47	NA	40	52
Anomalías	2	2	NA	1	10	17	11	NA	5	4

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

El impacto de los valores atípicos condiciona las asimetrías de las poblaciones estadísticas estudiadas, a excepción de las poblaciones 1 (MPz), 3 (SSKi) y 4 (SCKi), las cuales poseen las menores dispersiones estadísticas.

Los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico inferior y metamórficas del Paleozoico presentaron los menores rangos de níquel, 28.8 ppm – 37.8 ppm y 15.8 ppm – 35.4 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-14 y figura 6.23).

Los mayores niveles de fondo corresponden a las poblaciones 4 (SCKi) y 7 (SSPN), en las cuales este parámetro es calculado en 34 ppm y 31 ppm, recíprocamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 89 ppm y 47 ppm, en ese orden (figura 6.24).

Las razones entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional. Dichas razones fluctúan desde 1.4 (SSPz) hasta 4.6 (IKsP), lo cual describe el contraste geoquímico del níquel (figura 6.24).

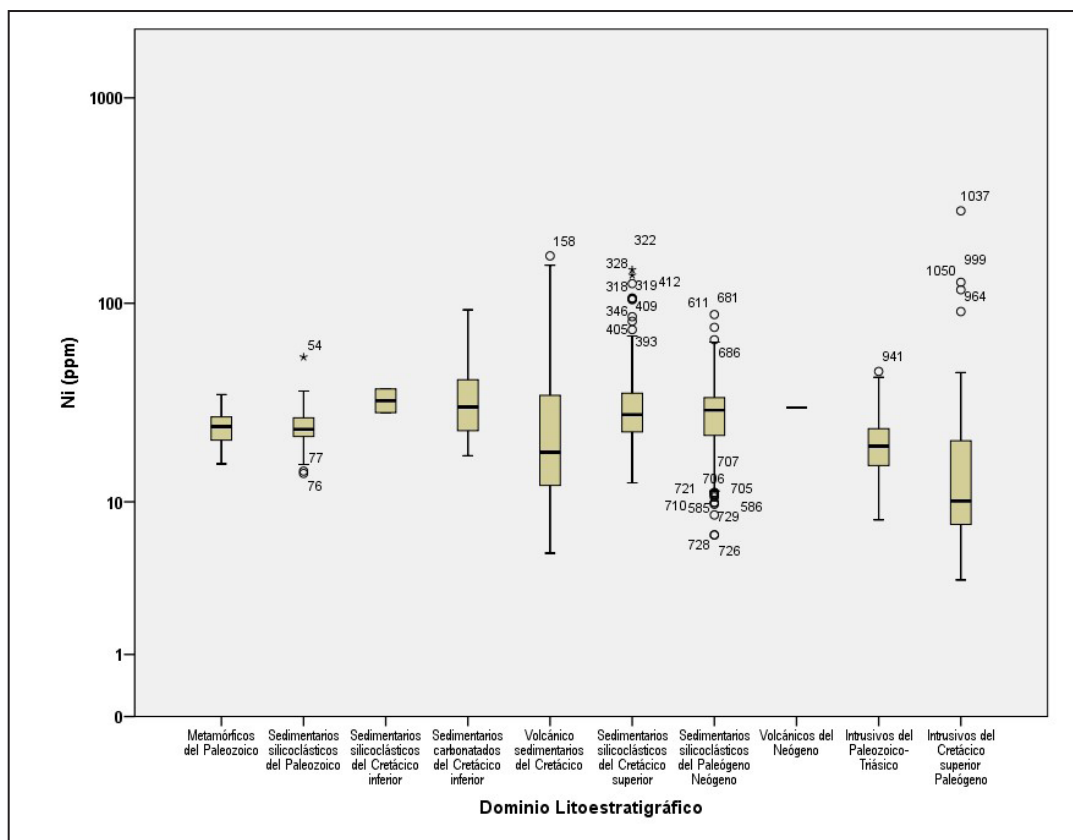


Figura 6.23 Abundancias geoquímicas del níquel según población estadística

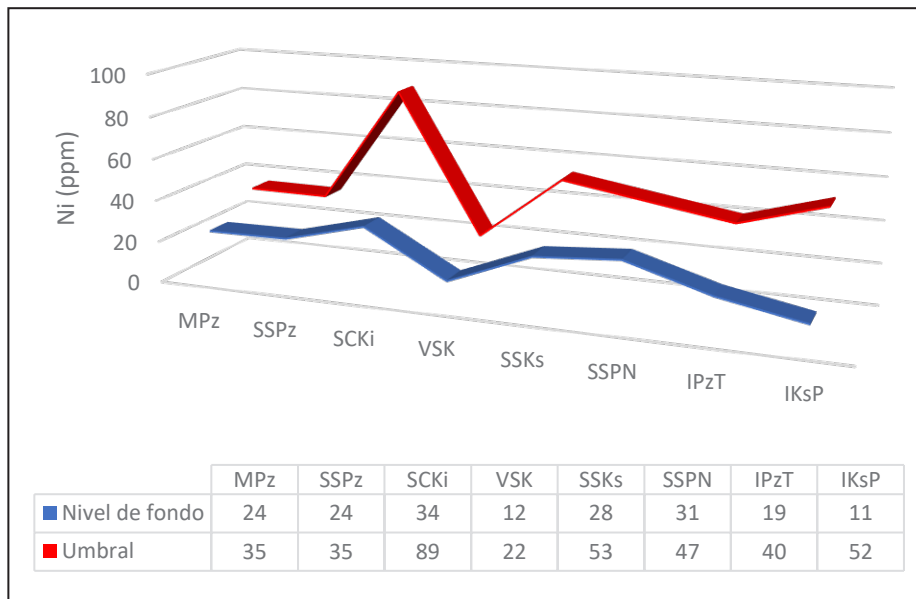


Figura 6.24 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del níquel

### 6.2.12 Distribución geoquímica del oro

El oro evidencia distribuciones asimétricas positivas, (cuadro 6.12 y figura 6.25). Este comportamiento es más evidente

en las poblaciones 6 (SSKs) y 7 (SSPN), en las cuales el coeficiente de asimetría adquiere sus valores máximos, 15.5 y 13.3, respectivamente.

Cuadro 6.12

#### Estadística descriptiva del oro según dominio litoestratigráfico

Oro	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	NA	< 5	< 5
Máximo <sup>1</sup>	17	23	< 5	8	370	401	932	NA	1990	1952
Nivel de fondo <sup>1</sup>	4.25	2.5	NA	3.98	6.5	2.5	9.69	NA	2.5	8
Umbral <sup>1</sup>	13.85	8.8	NA	8	59.3	8	15.02	NA	195.5	61.4
Anomalías	3	4	NA	0	10	12	12	NA	7	6

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Es importante resaltar que las asimetrías identificadas responden mayormente a la presencia de concentraciones atípicas. En este contexto resaltan las poblaciones 9 (lpzT) y 10 (lksP), las cuales albergan las máximas concentraciones de oro (1990 ppb) y (1952 ppb), respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-15 y figura 6.25).

Los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico inferior presentaron abundancias de oro menores a 5 ppb, mientras que los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico inferior, mostraron un rango de oro que va desde valores menores a 5 ppb hasta 8 ppb (figura 6.25).

Los mayores niveles de fondo pertenecen a las poblaciones 7 (SSPN) y 10 (lksP), en las cuales este parámetro es del orden de 9.69 ppb y 8 ppb, respectivamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones alcanzan tenores de 15.02 ppb y 61.4 ppb, correspondientemente (figura 6.26).

Las tendencias del valor de fondo y umbral geoquímico no mantienen una proporcionalidad en las poblaciones estadísticas procesadas, efecto que es más marcado en las poblaciones 5 (VSK) y 9 (lpzT). Las razones entre el valor de fondo y el umbral geoquímico van de 1.55 (SSPN) a 78.2 (lpzT), lo cual da cuenta que el oro presenta el mayor contraste geoquímico respecto a los demás elementos investigados.

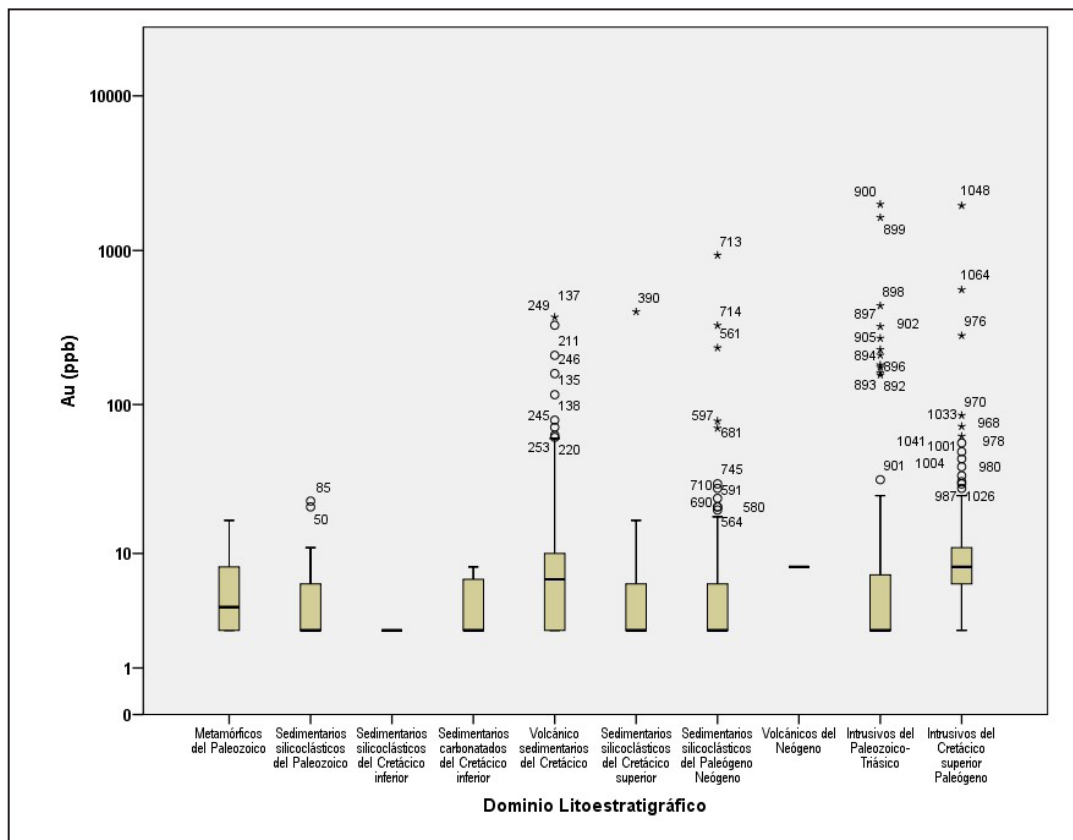


Figura 6.25 Abundancias geoquímicas del oro según población estadística

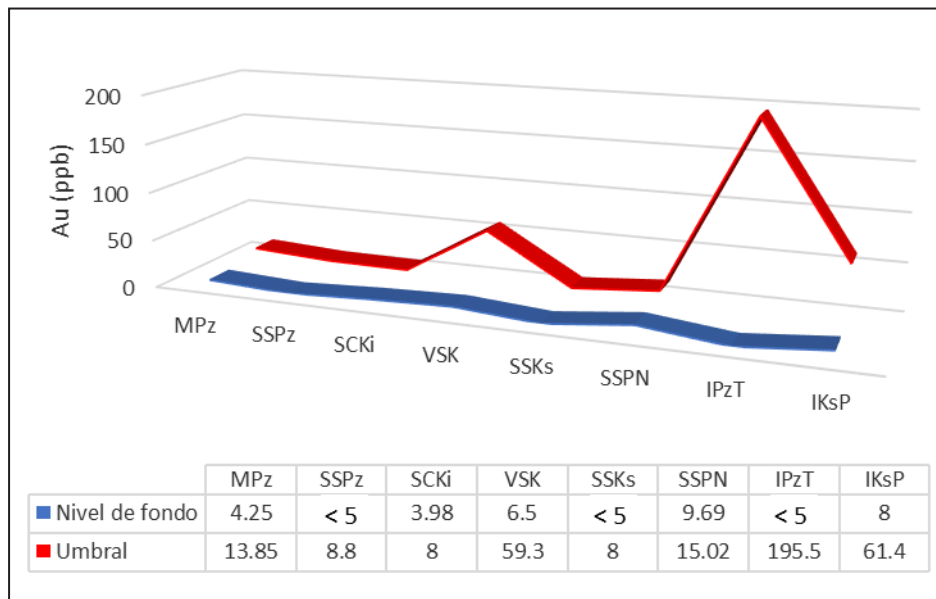


Figura 6.26 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del oro

### 6.2.13 Distribución geoquímica de la plata

Las distribuciones de plata presentan un carácter asimétrico positivo (cuadro 6.13 y figura 6.27). Es así que las poblaciones 6

(SSKs) y 7 (SSPN) tienen los máximos coeficientes de asimetría, en este caso 14.7 y 14.6, respectivamente. Así mismo, se distinguen las poblaciones 3 (SSKi) y 6 (SSKs) por denotar las máximas medianas, 0.095 ppm y 0.090 ppm, recíprocamente.

Cuadro 6.13

Estadística descriptiva de la plata según dominio litoestratigráfico

Plata	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IpzT	IksP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	< 0.01	< 0.01	0.05	0.03	0.02	< 0.01	< 0.01	NA	< 0.01	< 0.01
Máximo <sup>1</sup>	0.45	0.46	0.14	0.19	2.55	5.14	4.99	NA	8.19	3.24
Nivel de fondo <sup>1</sup>	0.04	0.04	NA	0.07	0.09	0.09	0.05	NA	0.05	0.05
Umbral <sup>1</sup>	0.19	0.11	NA	0.17	0.22	0.21	0.17	NA	3.1	0.2
Anomalías	3	6	NA	1	10	12	14	NA	7	4

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm



Las asimetrías obedecen a la presencia de valores atípicos, en el que destaca la población 9 (IPzT) por mostrar la máxima concentración de plata (8.19 ppm) del área de estudio (figura 6.27).

Los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas y sedimentarias carbonatadas, ambas del Cretácico inferior, presentaron los menores rangos de plata, 0.05 ppm - 0.14 ppm y 0.03 ppm - 0.19 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-16 y figura 6.27).

Los mayores niveles de fondo se identificaron en las poblaciones 5 (VSK) y 6 (SSKs), en las cuales este parámetro es del orden de 0.09 ppm en ambos casos. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 0.22 ppm y 0.21 ppm, recíprocamente (figura 6.28).

Los ratios entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional en la mayoría de poblaciones estudiadas, a excepción del ambiente 10 (IKsP). Estos ratios fluctúan de 2.4 (SCKi) a 4.8 (MPz), lo cual denota el contraste geoquímico de la plata en los diferentes ambientes investigados (figura 6.28).

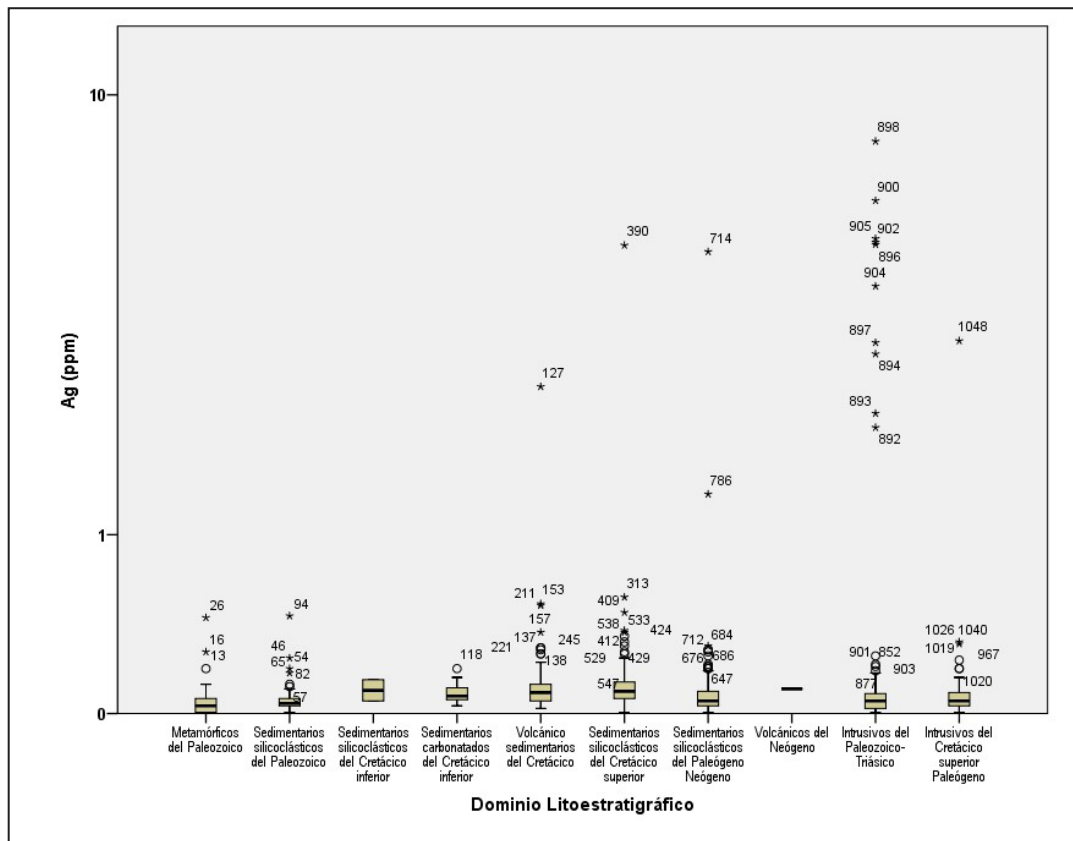


Figura 6.27 Abundancias geoquímicas de la plata según población estadística

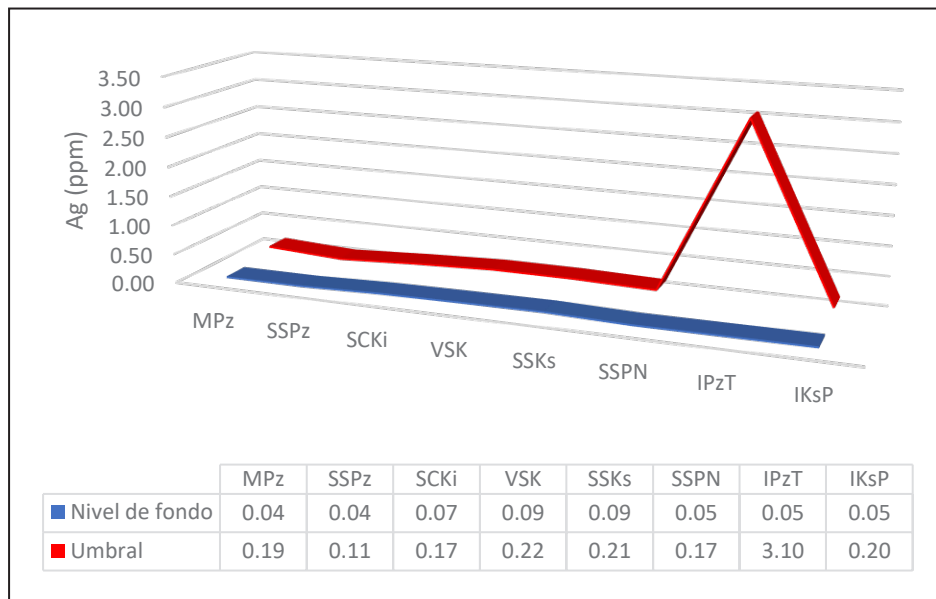


Figura 6.28 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos de la plata

### 6.2.14 Distribución geoquímica del plomo

El plomo mostró distribuciones asimétricas positivas en todas las distribuciones estadísticamente evaluadas (cuadro 6.14 y figura

6.29). En dicho contexto, los máximos coeficientes de asimetría pertenecen a las poblaciones 6 (SSKs) y 7 (SSPN), los cuales son del orden de 14.7 y 14, respectivamente.

Cuadro 6.14

#### Estadística descriptiva del plomo según dominio litoestratigráfico

Plomo	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	9.1	9.6	14.9	7.2	4.3	5	4	NA	5.4	2.6
Máximo <sup>1</sup>	30.7	53.1	20.3	25.1	122.2	360.3	902.8	NA	1367	578.1
Nivel de fondo <sup>1</sup>	14	21	NA	14	11	12	10	NA	15	12
Umbral <sup>1</sup>	23	46	NA	22	28	21	17	NA	291	34
Anomalías	1	2	NA	1	14	11	10	NA	7	3

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

La presencia de concentraciones atípicas guarda relación con las asimetrías observadas en las poblaciones 5 (VSK), 6 (SSKs), 7 (SSPN), 9 (IPzT) y 10 (lksP), tal como se aprecia en la figura 6.29.

De manera similar al elemento anterior, los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas y sedimentarias carbonatadas, ambas del Cretácico inferior, presentaron los menores rangos de plomo, 14.9 ppm – 20.3 ppm y 7.2 ppm – 25.1 ppm, correspondientemente (Mapa: MAF-GE29-20-17 y figura 6.29).

Los mayores niveles de fondo se evidenciaron en las poblaciones 2 (SSPz) y 9 (IPzT), en las cuales este parámetro es igual a 21 ppm y 15 ppm, recíprocamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones alcanzan tenores de 46 ppm y 291 ppm, respectivamente (figura 6.30).

Los cocientes entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional en la mayoría de poblaciones estudiadas, a excepción de los ambientes 5 (VSK) y 10 (lksP). Dichos cocientes oscilan de 1.4 (SSKs) a 19.7 (IPzT), lo cual describe los contrastes geoquímicos del plomo (figura 6.30).

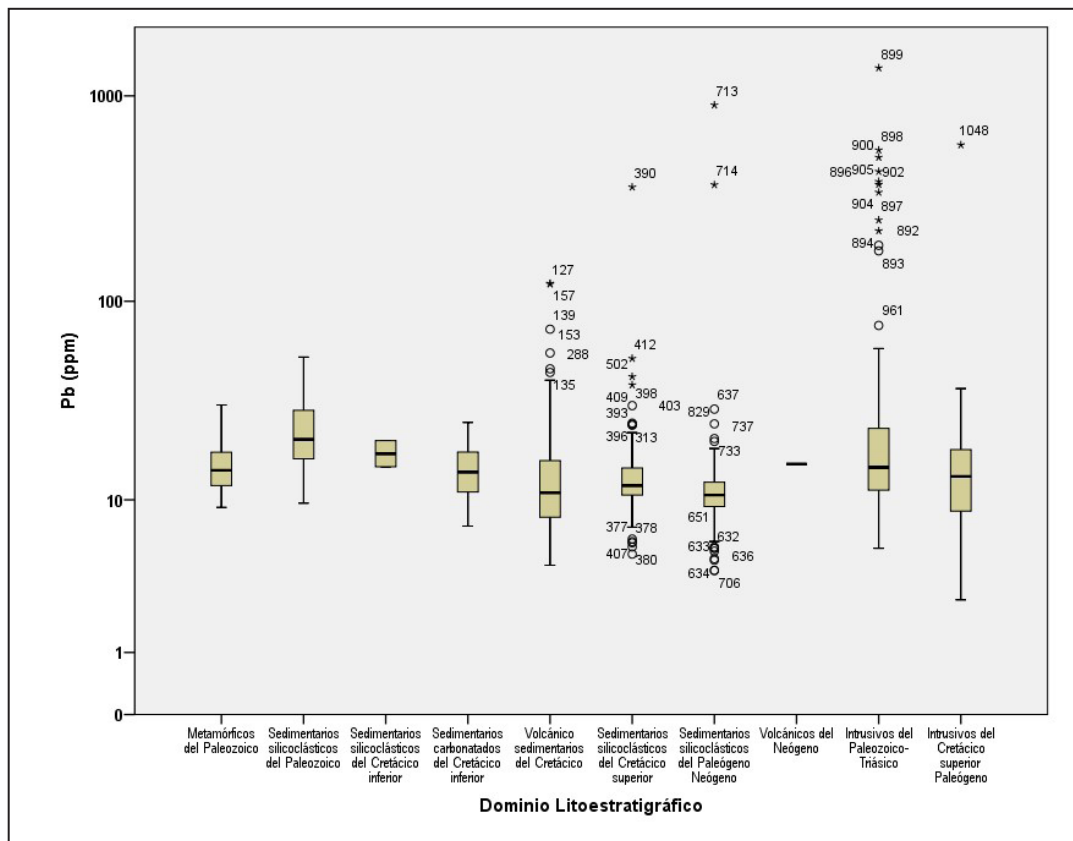


Figura 6.29 Abundancias geoquímicas del plomo según población estadística

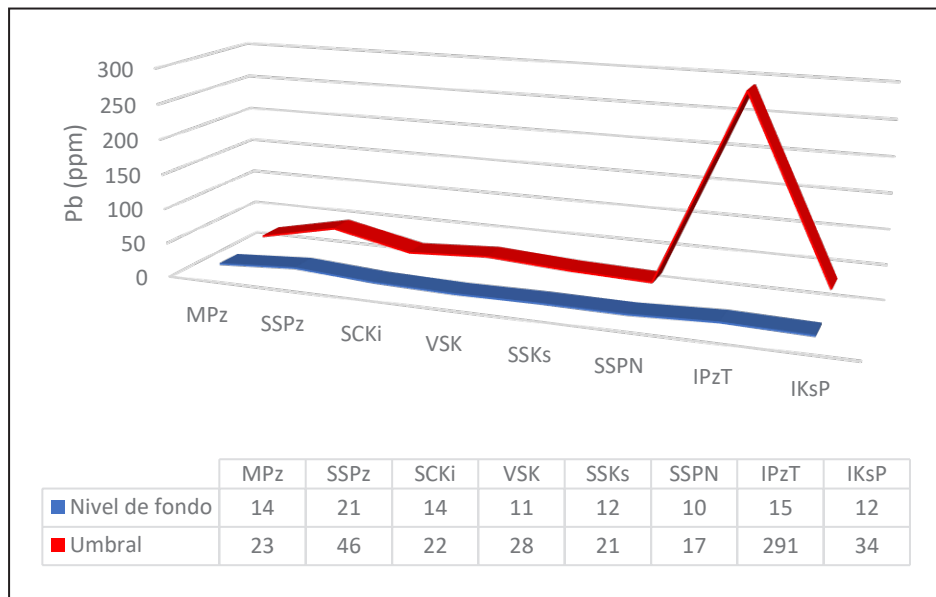


Figura 6.30 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del plomo

### 6.2.15 Distribución geoquímica del uranio

A partir del procesamiento estadístico realizado, se determinó que el uranio se distribuye de forma asimétrica positiva en todas

las poblaciones estadísticas tratadas (cuadro 6.15 y figura 6.31). Es así que el mayor coeficiente de asimetría (6.3) corresponde a la población 6 (SSKs), como consecuencia de tenores atípicos en un rango de 2.18 a 6.93 ppm.

Cuadro 6.15

#### Estadística descriptiva del uranio según dominio litoestratigráfico

Uranio	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	lpzT	lksP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	0.39	0.25	0.73	0.39	0.22	0.29	0.28	NA	0.41	0.44
Máximo <sup>1</sup>	1.79	2.92	1.76	4.72	2.16	6.93	3.89	NA	7.27	4.18
Nivel de fondo <sup>1</sup>	0.79	0.81	NA	1.16	0.66	0.7	0.7	NA	1.49	1.27
Umbral <sup>1</sup>	1.76	2.28	NA	4.32	1.57	1.5	1.5	NA	5.42	3.76
Anomalías	1	3	NA	1	6	12	14	NA	4	3

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Las asimetrías identificadas son consecuencia de la presencia de valores atípicos, a excepción de las poblaciones 1 (MPz), 3 (SSKi) y 10 (IKsP), tal como se aprecia en la figura 6.31.

Los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico inferior y metamórficas del Paleozoico presentaron los menores rangos de uranio, 0.73 ppm – 1.76 ppm y 0.39 ppm – 1.79 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-18 y figura 6.31).

Los mayores niveles de fondo corresponden a las poblaciones 9 (IPzT) y 10 (IKsP), en las cuales este parámetro es calculado en 1.49 ppm y 1.27 ppm, recíprocamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones son de 5.42 ppm y 3.76 ppm, en ese orden (figura 6.32).

Las razones entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional. Dichas razones fluctúan desde 2.1 (SSKs) hasta 3.7 (SCKi), lo cual denota el contraste geoquímico del uranio en los diferentes ambientes investigados (figura 6.32).

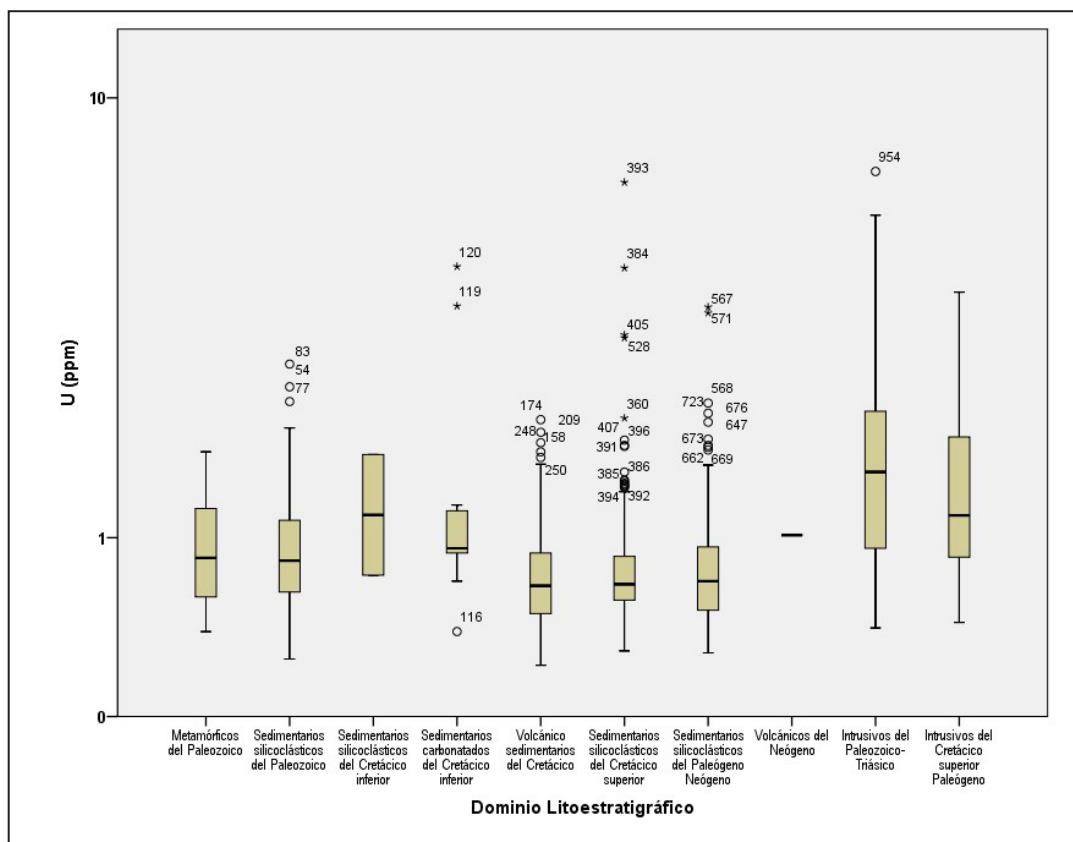


Figura 6.31 Abundancias geoquímicas del uranio según población estadística

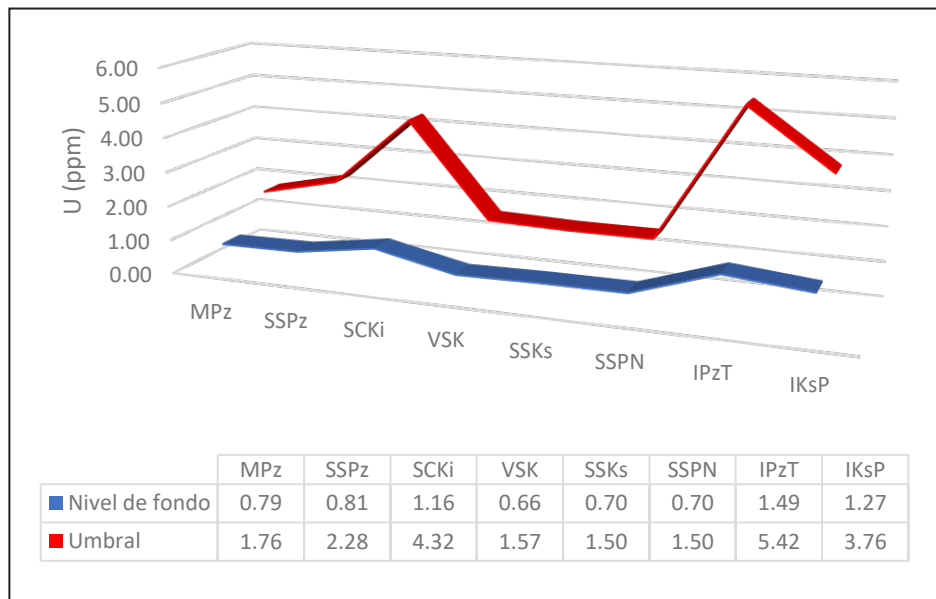


Figura 6.32 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del uranio

### 6.2.16 Distribución geoquímica del vanadio

Las distribuciones de vanadio presentan un carácter asimétrico positivo, salvo en el caso de la población 7 (SSPN), en la cual

dicho parámetro es igual a -0.039. Las asimetrías positivas definen un rango de 0.4 a 2.2 (cuadro 6.16 y figura 6.33).

Cuadro 6.16

#### Estadística descriptiva del vanadio según dominio litoestratigráfico

Vanadio	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AN	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	17	13	81	28	36	17	6	NA	17	30
Máximo <sup>1</sup>	125	130	86	142	301	248	114	NA	105	271
Nivel de fondo <sup>1</sup>	38	33	NA	58	149	88	56	NA	44	106
Umbral <sup>1</sup>	93	73	NA	138	297	138	92	NA	94	186
Anomalías	3	4	NA	1	1	7	4	NA	1	4

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Es importante resaltar que las asimetrías responden mayormente a la presencia de concentraciones atípicas, a excepción de las poblaciones 3 (SSKi), 4 (SCKi) y 9 (IPzT), las cuales poseen las menores varianzas, tal como se muestra en la figura 6.33.

Los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico inferior e intrusivos del Paleozoico – Triásico presentaron los menores rangos de vanadio, 81 ppm – 86 ppm y 17 ppm – 105 ppm, recíprocamente (Mapa: MAF-GE29-20-19 y figura 6.33).

Los mayores niveles de fondo pertenecen a las poblaciones 5 (VSK) y 10 (IKsP), en las cuales este parámetro es del orden de 149 ppm y 106 ppm, respectivamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones alcanzan tenores de 297 ppm y 186 ppm, correspondientemente (figura 6.34).

Los patrones de los niveles de fondo y umbrales muestran un carácter proporcional en todos los ambientes investigados, con razones que van de 1.6 (SSKs) a 2.5 (MPz), lo cual da cuenta del contraste geoquímico del vanadio (figura 6.34).

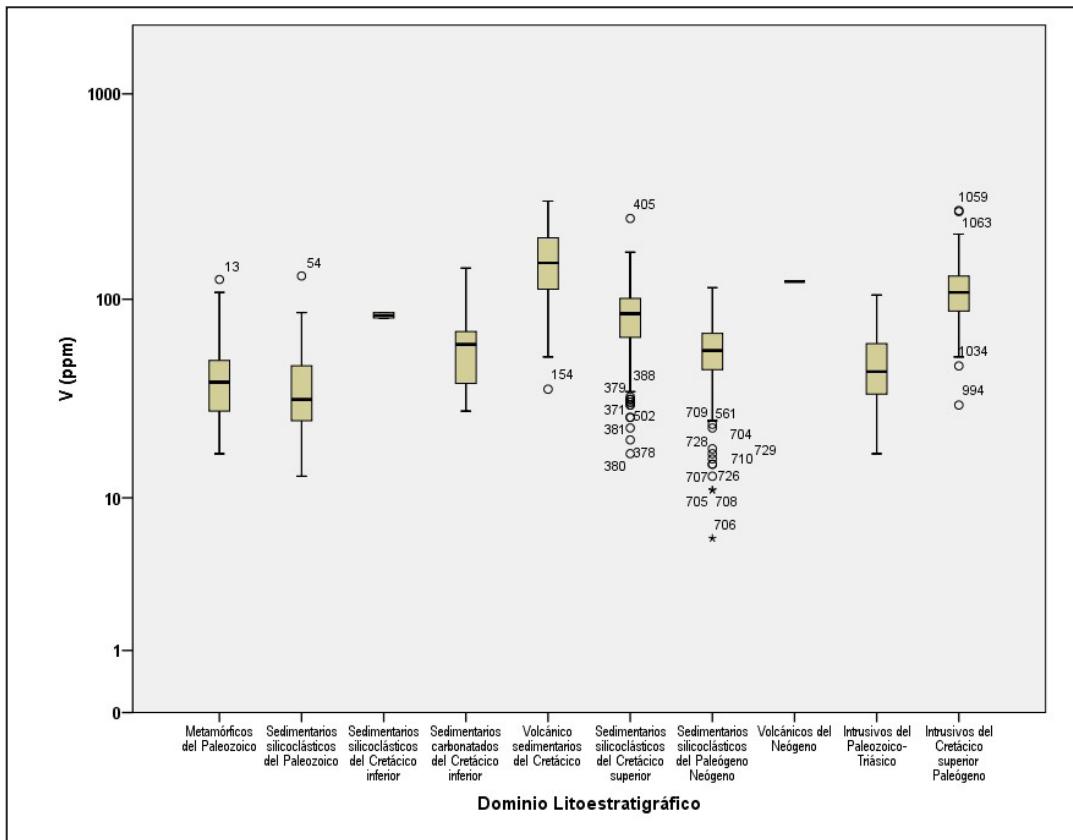


Figura 6.33 Abundancias geoquímicas del vanadio según población estadística

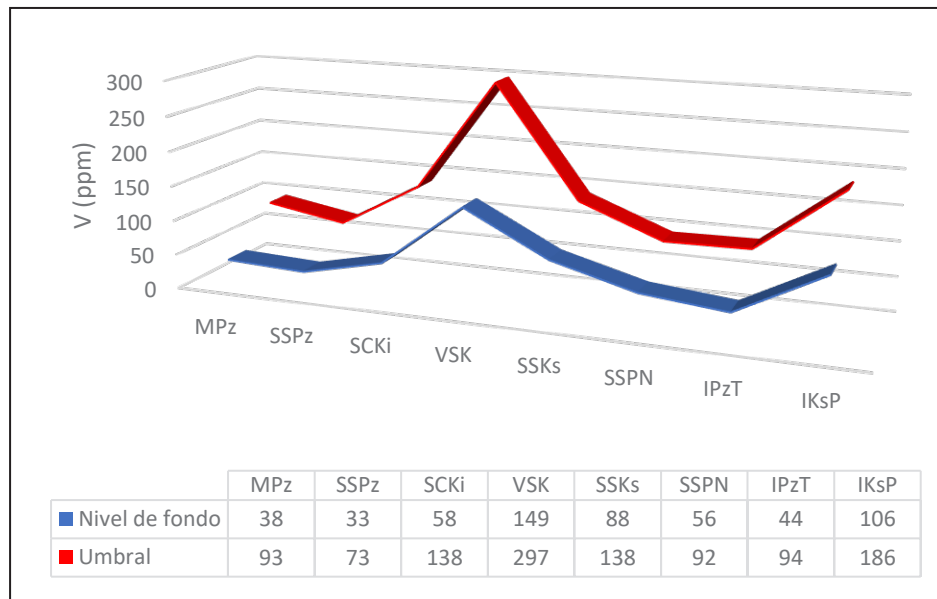


Figura 6.34 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del vanadio

### 6.2.17 Distribución geoquímica del wolframio

El wolframio mostró distribuciones asimétricas positivas en todas las poblaciones estadísticamente evaluadas (cuadro

6.17 y figura 6.35), siendo los sedimentos procedentes de las unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior los que denotan la mayor asimetría, del orden de 15.6.

Cuadro 6.17

#### Estadística descriptiva del wolframio según dominio litoestratigráfico

Wolframio	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	NA	< 0.1	< 0.1
Máximo <sup>1</sup>	14.1	1	0.2	0.3	0.9	62	11.3	NA	6.6	2.4
Nivel de fondo <sup>1</sup>	0.2	0.1	NA	0.1	0.1	0.2	0.1	NA	0.3	0.2
Umbral <sup>1</sup>	3.3	0.48	NA	0.18	0.47	0.9	0.5	NA	1.15	0.8
Anomalías	3	4	NA	1	10	11	12	NA	7	5

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm



Los valores atípicos explican el comportamiento asimétrico de las distribuciones de wolframio. En este escenario destaca la población 6 (SSKs), la cual posee la concentración más contrastante de este elemento (62 ppm), como se aprecia en la figura 6.35.

Los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas y sedimentarias carbonatadas, ambas del Cretácico inferior, presentaron los menores rangos de wolframio, desde concentraciones menores a 0.1 ppm en ambos casos, hasta 0.2 ppm y 0.3 ppm, respectivamente (Mapa: MAF-GE29-20-20 y figura 6.35).

El mayor nivel de fondo se identificó en la población 9 (IPzT), con un valor de 0.3 ppm, mientras que el umbral geoquímico es del orden de 1.15 ppm. El valor de fondo de los ambientes 1 (MPz), 6 (SSKs) y 10 (IKsP) es igual a 0.2 ppm, en tanto que sus respectivos umbrales geoquímicos son 3.3 ppm, 0.9 ppm y 1.15 ppm, en ese orden (figura 6.36).

Los ratios entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional en la mayoría de poblaciones estudiadas, a excepción del ambiente 1 (MPz). Estos ratios fluctúan de 3 (SCKi) a 16 (MPz), lo cual denota el contraste geoquímico del wolframio en los diferentes ambientes investigados (figura 6.36).

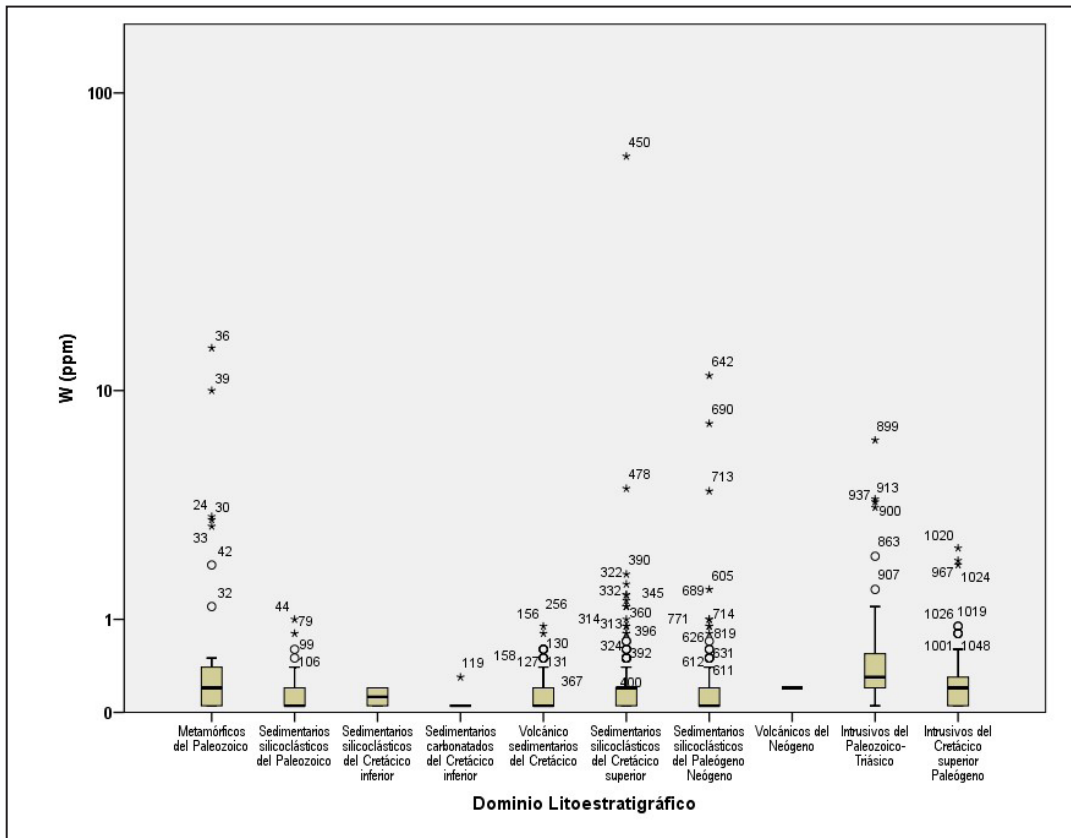


Figura 6.35 Abundancias geoquímicas del wolframio según población estadística

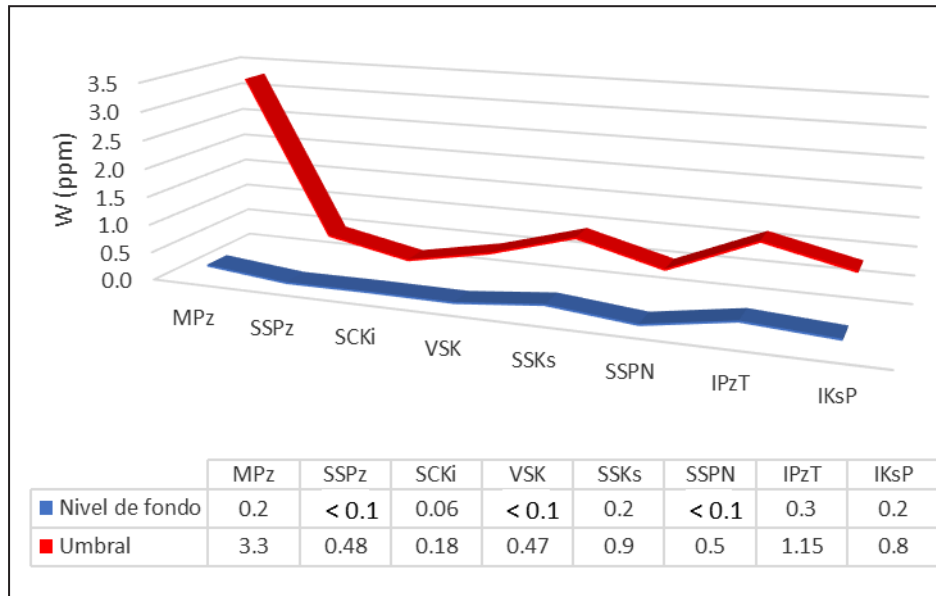


Figura 6.36 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del wolframio

### 6.2.18 Distribución geoquímica del zinc

Las distribuciones de zinc son de tipo asimétrico positivo (cuadro 6.18 y figura 6.37), en las cuales destaca la población 6 (SSKs),

por tener el mayor coeficiente de asimetría (14), siguen en importancia los coeficientes de las poblaciones 5 (VSK) y 7 (SSPN), iguales a 13.4 y 13.3, recíprocamente.

Cuadro 6.18

#### Estadística descriptiva del zinc según dominio litoestratigráfico

Zinc	Poblaciones estadísticas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MPz	SSPz	SSKi	SCKi	VSK	SSKs	SSPN	VN	IPzT	IKsP
Distribución	AP	AP	NA	AP	AP	AP	AP	NA	AP	AP
Muestras	42	65	2	11	188	249	274	1	131	103
Mínimo <sup>1</sup>	43	34	154	66	31	31	10	NA	26	18
Máximo <sup>1</sup>	184	612	163	450	4438	2775	3918	NA	5785	328
Nivel de fondo <sup>1</sup>	74	96	NA	126	90	120	111	NA	75	57
Umbral <sup>1</sup>	135	152	NA	395	163	194	157	NA	167	111
Anomalías	3	1	NA	1	5	7	6	NA	12	5

AP: Asimetría positiva AN: Asimetría negativa NA: No aplica. 1: En ppm

Las asimetrías identificadas guardan relación con la presencia de valores atípicos. En este contexto resaltan las poblaciones 9 (IPzT) y 5 (VSK), las cuales albergan las máximas concentraciones de zinc (5785 ppm) y (4438 ppm), respectivamente.

Los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico inferior y metamórficos del Paleozoico, presentaron los menores rangos de zinc, 154 ppm – 163 ppm y 43 ppm – 184 ppm, correspondientemente (Mapa: MAF-GE29-20-21 y figura 6.37).

Los mayores niveles de fondo se evidenciaron en las poblaciones 4 (SCKi) y 6 (SSKs), en las cuales este parámetro es igual a 126 ppm y 120 ppm, recíprocamente. Los umbrales geoquímicos de dichas poblaciones alcanzan tenores de 395 ppm y 194 ppm, respectivamente (figura 6.38).

Los cocientes entre los niveles de fondo y umbrales geoquímicos muestran un carácter proporcional en todas las poblaciones estudiadas. Dichos cocientes oscilan de 1.4 (SSPN) a 3.1 (SCKi), lo cual describe los contrastes geoquímicos del zinc (figura 6.38).

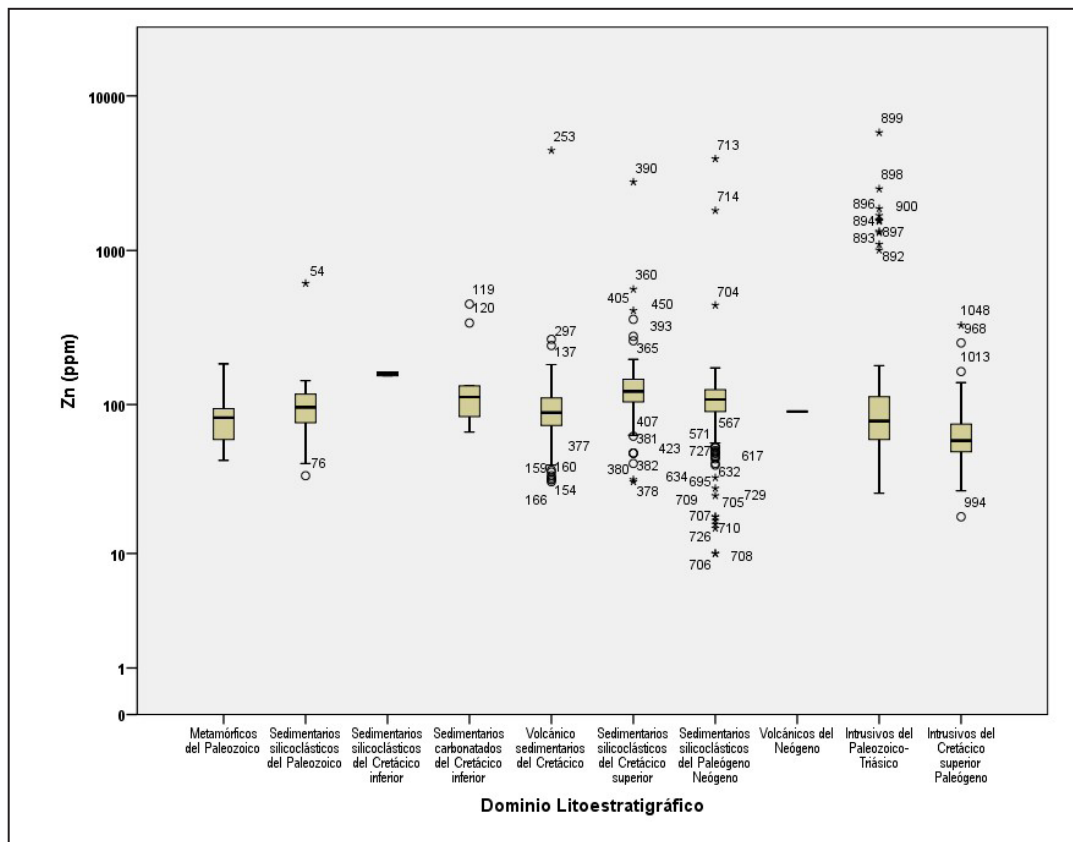


Figura 6.37 Abundancias geoquímicas del zinc según población estadística

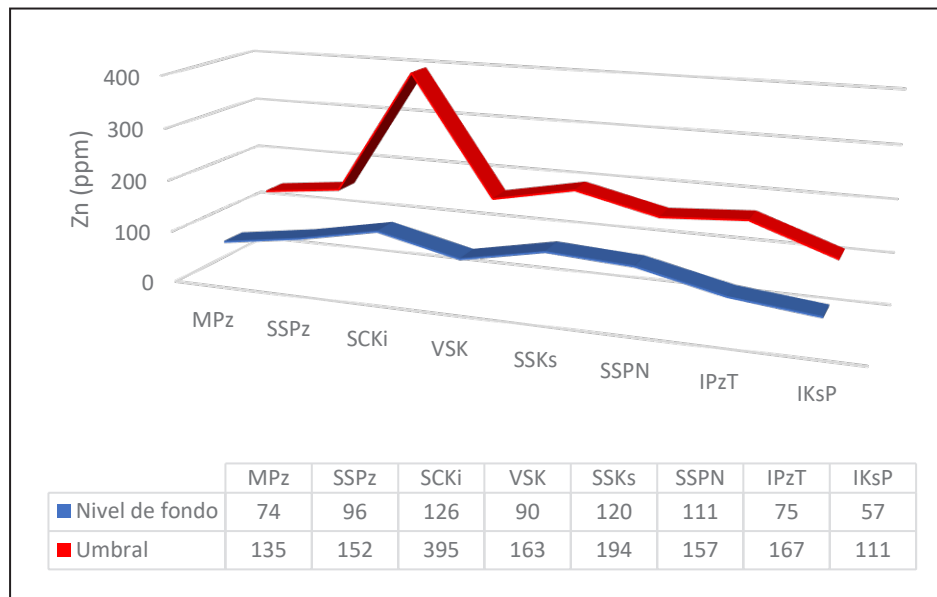


Figura 6.38 Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del zinc

### 6.3 CORRELACIONES BIVARIADAS

En este acápite se realizó el procesamiento estadístico bivariado, considerando el índice de correlación de Pearson, el mismo que fue clasificado de forma cualitativa, según las siguientes categorías:

- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| 0.85-1.00 → Muy fuerte | 0.41-0.57 → Débil     |
| 0.73-0.84 → Fuerte     | 0.31-0.40 → Muy Débil |
| 0.58-0.72 → Moderada   | 0.00-0.30 → Nula      |

Las correlaciones precitadas fueron determinadas considerando los siguientes dominios litoestratigráficos:

- Metamórficos del Paleozoico
- Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
- Volcánicos sedimentarios del Cretácico
- Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
- Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno

- Intrusivos del Paleozoico-Triásico
- Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno

#### 6.3.1 Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico

En este ambiente, la plata se correlaciona débilmente con el molibdeno, mientras que el oro no muestra una correlación importante. Destacan las correlaciones fuertes de Zn-Ba, Cu-Ni y Sb-Cd. Por otro lado, se identificaron correlaciones moderadas de Cu-Ba, níquel con cadmio y este a su vez con zinc en la misma intensidad. El antimonio se correlaciona moderadamente con plomo y zinc (cuadro 6.19).

El cobre presenta correlaciones débiles con Mn, Sb y V, así como Pb-Cd, As-W, Sb-Ba y las correlaciones negativas As-Cd y Cu-U.

Así mismo, se distinguen las correlaciones fuertes de Mo-Cr y Ba-V; la primera correlación denotaría la similitud en los patrones de dispersión secundaria, mientras que la segunda daría cuenta del posible enriquecimiento de Ba y V en las facies metamórficas.

Cuadro 6.19

**Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico**

Elemento	Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil
Au	-	-	-	-
Ag	-	-	-	Mo
Cu	-	Zn	Ba, Cd y Ni	Mn, Sb y V
Pb	-	-	Sb	Cd
Zn	-	Ba, Cu y Ni	Cd, Sb y V	-
As	-	-	-	(-Cd) y W
Sb	-	Cd	Pb y Zn	Ba, Cu y (-U)

### 6.3.2 Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico

El oro y la plata no definen correlaciones importantes en este ambiente. No obstante, la plata se correlaciona débilmente con bario, cobre y molibdeno (cuadro 6.20).

Destacan las correlaciones calcófilas fuertes de cobre con zinc. Así mismo, se evidenciaron correlaciones moderadas de cobre y zinc con cadmio, molibdeno y vanadio; además de Cu-Ni, Mo-Zn y Sb-Zn (cuadro 6.20).

El arsénico mantiene una correlación débil con cobalto, plomo y zinc, mientras que el antimonio se correlaciona débilmente con bario, cobre, molibdeno, níquel y vanadio.

Entre las correlaciones fuertes podemos resaltar las de cadmio con bario, molibdeno y vanadio, además de Ba-Mo. Estas correlaciones fuertes tendrían relación directa con los potenciales iónicos de dichos elementos, a excepción del bario, el cual posee un potencial iónico menor.

Cuadro 6.20

**Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico**

Elemento	Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil
Au	-	-	-	-
Ag	-	-	-	Ba, Cu y Mo
Cu	-	Zn	Ba, Cd, Mo, Ni y V	Ag, Co, Mn y Sb
Pb	-	-		As y Co
Zn	-	Cu y Ni	Cd, Co, Mo, Sb y V	As y Ba
As	-	-	-	Co, Pb y Zn
Sb	-	-	Cd y Zn	Ba, Cu, Mo, Ni y V

### 6.3.3 Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades volcánicas sedimentarias del Cretácico

En este ambiente se identificó una afinidad débil entre oro, plata y plomo. Asimismo, la plata y plomo manifiestan una correlación débil con cadmio, molibdeno y zinc. Cabe mencionar la correlación débil entre Cu-Zn y las correlaciones negativas de Cu-W, As-Cr y As-Ni, tal como se aprecia en el cuadro 6.21.

Destaca la correlación fuerte entre Cu-Co, dada su capacidad de intercambio iónico, al igual que As-Pb y As-Sb. Así mismo, se evidencian afinidades moderadas entre Pb-Sb, As-Mo, Cu-Mn y Cu-V (cuadro 6.21).

Por otro lado, cabe mencionar las correlaciones fuertes de carácter siderófilo-litófilo entre Co-V y Ni-Cr, estas correlaciones guardarían relación directa con los potenciales iónicos de dichos elementos, probablemente hospedados en especies máficas.

**Cuadro 6.21**

**Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades volcánicas sedimentarias del Cretácico**

Elemento	Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil
Au	-	-	-	Ag y Pb
Ag	-	-	-	Au, Cd, Mo, Pb, Sb y Zn
Cu	-	Co	Mn y V	Cd, (-W) y Zn
Pb	-	As	Sb	Ag, Au, Cd, Hg, Mo y Zn
Zn	-	-	-	Ag, Cd, Cu, Pb y Sb
As		Pb y Sb	Mo	Cd, (-Cr), Hg y (-Ni)
Sb		As	Mo y Pb	Ag, Cd, Cr, Hg, Ni y Zn

### 6.3.4 Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior

El oro y la plata se correlacionan débilmente con cromo y cobre, respectivamente. Asimismo, se identificó afinidades débiles de cobre con arsénico y cadmio, molibdeno con plomo, zinc y arsénico, además de cobalto con zinc, arsénico y antimonio.

Se distinguen las correlaciones fuertes de cobre con cobalto, manganeso y vanadio, además de As-Pb, Cd-Zn y As-Zn. Por

otro lado, el zinc se correlaciona moderadamente con cobre, plomo y antimonio, al igual que Sb-Cu, As-Cd, y antimonio con arsénico, manganeso y vanadio (cuadro 6.22).

En este ambiente el manganeso evidencia una correlación muy fuerte con cobalto, lo cual se debería a la similitud de sus potenciales iónicos (cationes trivalentes). Así mismo, manganeso y vanadio denotan una correlación moderada, mientras que vanadio y antimonio definen una afinidad débil.

**Cuadro 6.22**

**Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior**

Elemento	Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil
Au	-	-	-	Cr
Ag	-	-	-	Cu
Cu	-	Co, Mn y V	Sb y Zn	Ag, As y Cd
Pb	-	As	Zn	Mo
Zn	-	As y Cd	Cu, Pb y Sb	Ba, Co, Mn, Mo, Ni y V
As	-	Pb y Zn	Cd y Sb	Co, Cu, Mo y U
Sb	-	-	As, Cu, Mn, V y Zn	Cd y Co

### 6.3.5 Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno

El oro y la plata no evidenciaron correlaciones importantes. Sin embargo, la plata se correlaciona débilmente con cadmio, al igual que el manganeso con cobre, plomo, zinc y arsénico. Por otro lado, cabe mencionar las correlaciones negativas de Cu-Cr y As-Cr.

Destaca las correlaciones muy fuertes de Cu-Zn y As-Sb, además de las correlaciones fuertes de plomo con zinc,

arsénico y antimonio, Cu-Co y cadmio con zinc, arsénico y antimonio. Estas correlaciones estadísticas ponen de manifiesto una típica filiación metálica relacionada a manifestaciones de mineralización calcófila. Cabe mencionar las correlaciones moderadas de Pb-Cu, Cd-Cu, Cd-Pb, Ni-Cu, Ni-Zn, Co-As y Co-Sb. Asimismo, el zinc y cromo describen una correlación negativa moderada (cuadro 6.23).

Se distingue la correlación fuerte de cobalto con manganeso, níquel y vanadio, lo cual sugeriría la fijación de cobalto en hidróxidos de manganeso, ligada a fases litófilas de carácter máfico.

**Cuadro 6.23**

#### Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno

Elemento	Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil
Au	-	-	-	-
Ag	-	-	-	Cd
Cu	Zn	Co y Sb	As, Cd, Ni, Pb y V	(-Cr) y Mn
Pb	-	As, Sb y Zn	Cd y Cu	Co, Mn y V
Zn	Cu	As, Cd, Co, Pb y Sb	(-Cr), Ni y U	Mn
As	Sb	Cd, Pb y Zn	Co, Cu y V	(-Cr), y Mn
Sb	As	Cd, Cu, Pb y Zn	Co, Mn y V	Cr

### 6.3.6 Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico

El oro y plata se correlacionan débilmente y a su vez denotan afinidades moderadas con arsénico, cobre, antimonio y zinc. Dichos metales preciosos evidencian correlaciones negativas con uranio y cromo, respectivamente. Por otro lado, destacan las correlaciones muy fuertes a fuertes entre los elementos calcófilos cobre, plomo, zinc, arsénico y antimonio (cuadro 6.24).

El cobre denota correlaciones fuertes con cobalto y cadmio, además de moderadas con manganeso, molibdeno, vanadio y uranio, este último de coeficiente negativo, mientras que con mercurio la correlación de cobre apenas es débil.

El plomo y zinc mantienen una fuerte correlación con manganeso y con la misma intensidad destaca la correlación de cadmio con zinc, arsénico y antimonio.

Al igual que el cobre, el zinc se correlaciona moderadamente con vanadio y este a su vez se correlaciona débilmente con plomo, arsénico y antimonio. Asimismo, el plomo define correlaciones moderadas con cadmio y cobalto. De igual forma, el manganeso se correlaciona con arsénico y antimonio. Por otra parte, el mercurio denotó una correlación débil con plomo y zinc, y estos a su vez denotan correlaciones débiles con wolframio y molibdeno, respectivamente (cuadro 6.24). Las correlaciones negativas de este ambiente las conforman uranio con zinc, arsénico y antimonio.

Es importante mencionar la correlación fuerte de Co-V, la cual denotaría una típica afinidad de estos elementos en minerales ferromagnesianos, componentes de rocas intrusivas. Por otra parte, Ni-Co, Cd-V y Mn-V representan correlaciones moderadas.

**Cuadro 6.24**

**Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico**

Elemento	Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil
Au	-	-	As, Cd, Cu, Pb, Sb y Zn	Ag y (-U)
Ag	-	Cd	As, Cu, Sb y Zn	Au, Ba, Co, (-Cr), Mn, Pb y V
Cu	Pb, Sb y Zn	As, Cd y Co	Ag, Au, Mn, Mo, (-U) y V	Hg
Pb	As, Cu y Zn	Mn y Sb	Au, Cd y Co	Ag, Hg, V y W
Zn	As, Cu, Pb y Sb	Cd, Co y Mn	Ag, Au y V	Hg, Mo y (-U)
As	Pb, Sb y Zn	Cd y Cu	Au y Mn	Co, Hg, (-U), V y W
Sb	As, Cu y Zn	Cd y Pb	Ag, Au, Co y Mn	Hg, Mo, (-U) y V

**6.3.7 Correlaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno**

En este ambiente el oro solo manifiesta correlaciones débiles con mercurio y plomo, mientras que la plata denota una correlación moderada con plomo y zinc, además de coeficientes de correlación débiles con cobre y níquel.

A diferencia de los demás ambientes, no se evidenciaron correlaciones relevantes de cobre, plomo y zinc. No obstante, arsénico y antimonio conforman una correlación fuerte. Las

principales correlaciones moderadas están representadas por Cu-Co, Pb-Cd, Zn-Pb y Zn-Sb. Por otro lado, se identificaron correlaciones débiles de zinc con cobre y arsénico, cadmio con cobre, zinc y arsénico, molibdeno con zinc, arsénico y antimonio, la cuales definen tendencias calcófilas. Así mismo, algunas fases litófilas (Ni, V y Ba) denotan correlaciones débiles con elementos calcófilos como cobre, zinc, plomo, plata y mercurio (cuadro 6.25).

Se distinguen las correlaciones fuertes de Ni-Cr y As-Sb, las que denotan contextos litófilos y calcófilos respectivamente.

**Cuadro 6.25**

**Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno**

Elemento	Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil
Au	-	-	-	Hg y Pb
Ag	-	-	Pb y Zn	Cu y Ni
Cu	-	-	Co	Ag, Cd, V y Zn
Pb	-	-	Ag, Cd y Zn	Au y Sb
Zn	-	-	Ag, Pb y Sb	As, Cd, Co, Cu, Hg, Mn y Mo
As	-	Sb	-	(-Ba), Cd, Mo, Ni y Zn
Sb	-	As	Zn	Ba, Mo, Ni y Pb

**6.4 ASOCIACIONES MULTIVARIABLES**

La aplicación de técnicas estadísticas multivariadas ha cobrado notable auge en los últimos años, debido al gran avance de las técnicas analíticas instrumentales, las cuales permiten cuantificar decenas de analitos. Es así que las investigaciones de prospección geoquímica del Ingemmet, aprovechan con éxito

estas herramientas dada su gran capacidad para discriminar eficientemente patrones y tendencias geoquímicas.

En este caso, se ha empleado la técnica de clúster jerárquico, el cual es un método aglomerativo, cuyo algoritmo se basa en el cálculo de una matriz de similitudes con el propósito de obtener conjuntos de variables afines, maximizando la disimilitud entre los conjuntos obtenidos.



Es importante indicar que, para aplicar la técnica de clúster jerárquico, la muestra estadística debe ser representativa y contar con al menos 30 observaciones. En tal sentido y con la finalidad de identificar asociaciones geoquímicas, según el dominio litoestratigráfico de procedencia de los sedimentos, se aplicó el análisis clúster a las siguientes poblaciones estadísticas:

- Metamórficos del Paleozoico
- Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
- Volcánicos sedimentarios del Cretácico
- Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
- Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
- Intrusivos del Paleozoico-Triásico
- Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno

#### 6.4.1 Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico

En este dominio destaca una asociación principalmente calcófila ligada a fases litófilas y siderófilas, conformada por Zn-Cu-Ni,

relacionada a Ba-V, Sb-Cd y Co-Mn (figura 6.39). Esta asociación denota la filiación de metales divalentes presentes en especies sulfuradas, las cuales se emplazarían en rocas metamórficas de composición ferromagnesiana. No obstante, la presencia de bario sugiere que dicho elemento provendría de feldespatos potásicos y filosilicatos enriquecidos con bario y vanadio, los cuales ocurren en facies pizarrosas e incluso corneanas.

Otra asociación distintiva corresponde a Cr-Mo-Ag, en el que los metales calcófilos son trazados por el cromo, lo cual indicaría su relación con fases máficas (figura 6.39).

La tercera asociación, menos nítida que las anteriores, está conformada por As-W-U (figura 6.39). En este caso, el wolframio se muestra más ligado al arsénico, lo cual sugiere una filiación con fases sulfuradas, mientras que la relación con el uranio correspondería a un patrón de dispersión secundaria.

La terna Au-Pb-Hg describe la asociación de oro con los cationes divalentes de plomo y mercurio (figura 6.39), posiblemente presentes en sulfuros e incluso en fases oxidadas.

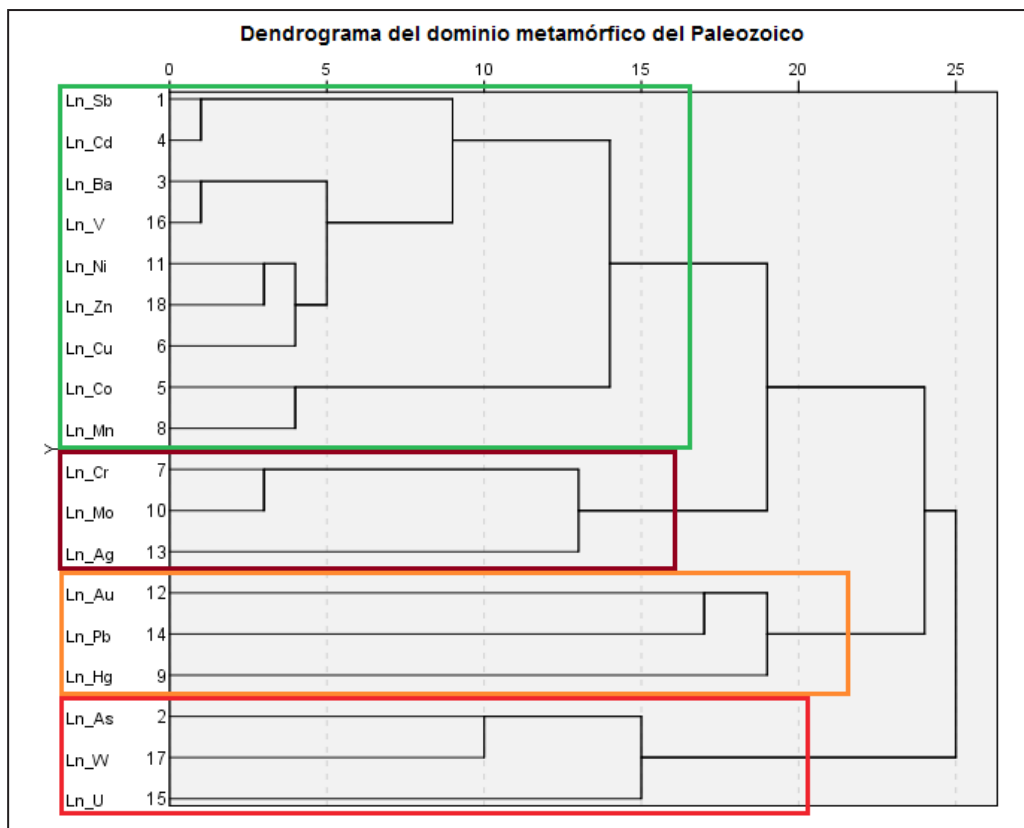


Figura 6.39 Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas metamórficas del Paleozoico

### 6.4.2 Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico

La asociación geoquímica más importante presenta una componente calcófila representada por Zn-Cu-Cd, ligada a fases litófilas de níquel, vanadio, bario (figura 6.40). Esto sugiere la presencia de sulfuros que albergan a los elementos calcófilos descritos, hospedados en lutitas y limolitas (Ni y V), sin descartarse aquellas rocas de naturaleza psamítica (bario). A esta asociación se suma el antimonio, plata y mercurio, en ese orden de afinidad, lo cual da cuenta de su carácter predominantemente calcófilo.

El plomo y el arsénico denotan la segunda asociación calcófila, ligada a cobalto y manganeso (figura 6.40), sugiriendo que

el cobalto posiblemente se relacione al arsénico, debido a su afinidad durante la formación de sulfuros en los procesos hidrotermales, dichas fases luego pasaron a formar parte de las rocas sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico. Así mismo, la presencia del manganeso en esta asociación, denotaría los procesos sedimentarios en ambientes reductores con predominio de minerales ferromagnesianos, como por ejemplo la formación de pelitas con contenidos de materia orgánica, escenario que favorece la precipitación del cobalto y su fijación con otros cationes como el manganeso, formando hidróxidos.

La tercera asociación geoquímica es más débil que las anteriores. No obstante, denotaría la similitud de los patrones de dispersión secundaria del cromo, wolframio, uranio y oro (figura 6.40).

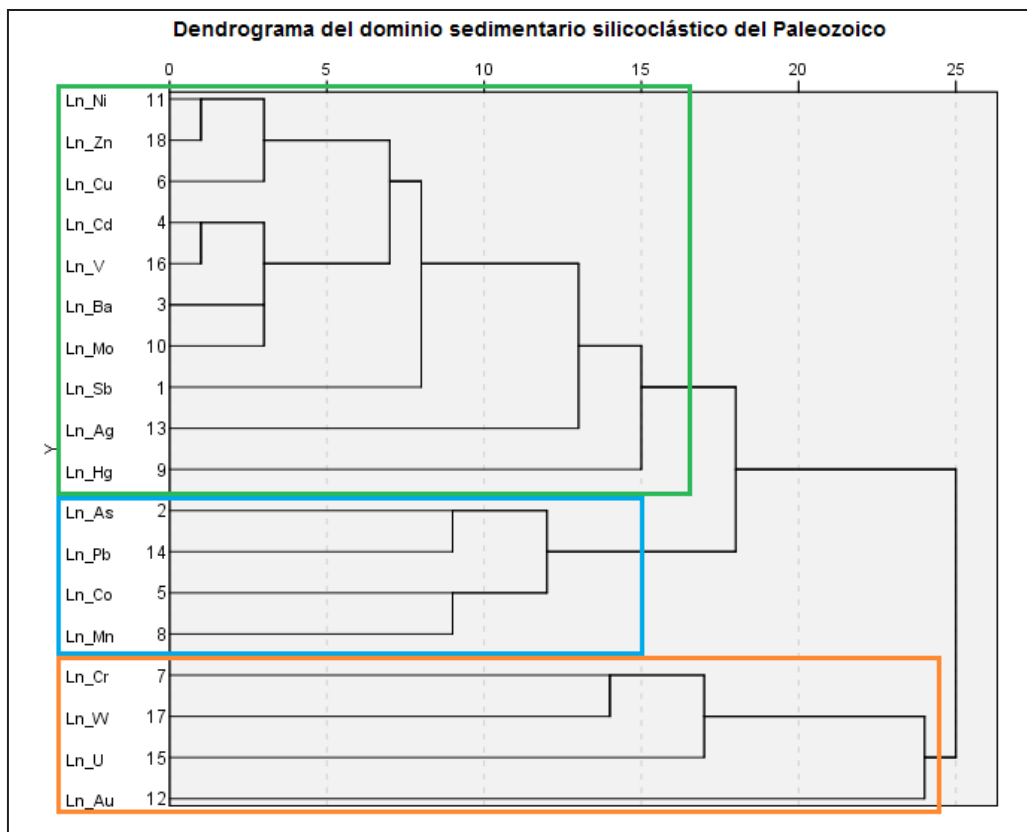


Figura 6.40 Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico

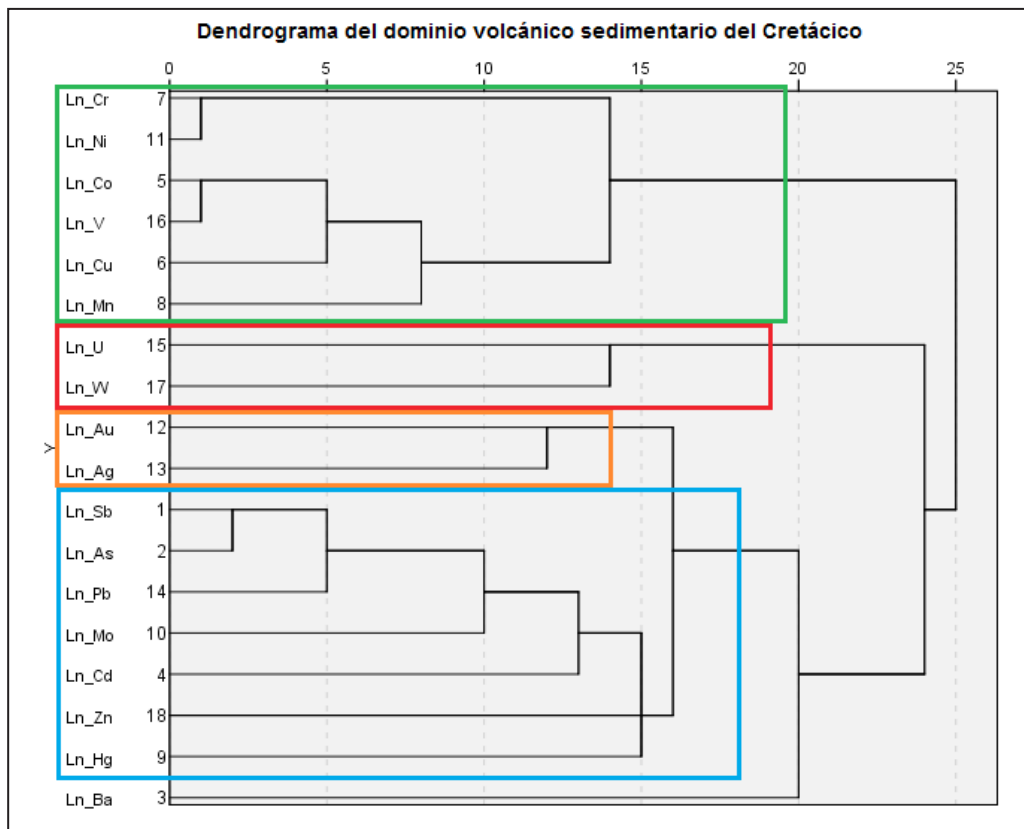
### 6.4.3 Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades volcánicas sedimentarias del Cretácico

En esta población estadística se identificaron 4 asociaciones geoquímicas, la de mayor afinidad tiene 2 componentes, la primera de ellas constituida por Co-V ligada a cobre y manganeso, mientras que la segunda componente es de carácter litófila, representada por Cr-Ni (figura 6.41). La primera componente evidencia la filiación existente entre vanadio y cobalto, este último asociado al cobre, debido al intercambio iónico que ocurre entre ambos metales, lo cual es más notorio en sedimentos con contenidos de óxidos de manganeso.

Uranio y wolframio conforman una asociación débil, la cual se basaría en sus patrones de dispersión geoquímica secundaria (figura 6.41).

De otra parte, el oro y la plata definen una asociación típica de carácter hidrotermal, la cual aún es posible trazar a través de la dispersión de los sedimentos fluviales (figura 6.41).

La asociación polimetálica más importante la conforma Sb-As-Pb, ligada a molibdeno, cadmio, zinc y mercurio, en ese orden de afinidad (figura 6.41).



**Figura 6.41** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas volcánicas sedimentarias del Cretácico

### 6.4.4 Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior

Los sedimentos provenientes de rocas sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior denotan 3 asociaciones características, la más nítida está compuesta por Co-Mn-V-Cu, ligada a antimonio y plata (figura 6.42). Esta asociación sugiere la acumulación de cobre en secuencias pelíticas con materia orgánica, las cuales favorecieron el intercambio iónico con el cobalto, el cual se asocia al vanadio. Bajo esta premisa, el manganeso constituye uno de los cationes que traza este contexto, sobre todo durante la precipitación de metales en forma de hidróxidos. De otra parte, el antimonio y la plata muestran una afinidad más débil, pero podría evidenciar la presencia de especies sulfuradas, que se

formaron durante fases hidrotermales, previas a los procesos de sedimentación.

La asociación geoquímica más importante de este ambiente está representada por As-Pb-Zn-Cd, ligada a Mo-U (figura 6.42). Es evidente el carácter calcófilo de esta asociación, a la cual se suma el molibdeno que muestra cierta relación con el uranio, probablemente debido a la similitud de sus dispersiones secundarias, a partir de óxidos que albergan ambos elementos. Es necesario indicar que, a esta asociación, se relaciona de forma tenue el níquel, el cual denotaría rocas con fases ferromagnesianas, en las cuales se hospedarían los elementos descritos.

La asociación más débil está conformada por Au-W, los cuales son trazados por cromo, el cual representaría las fases litófilas hospedantes (figura 6.42).

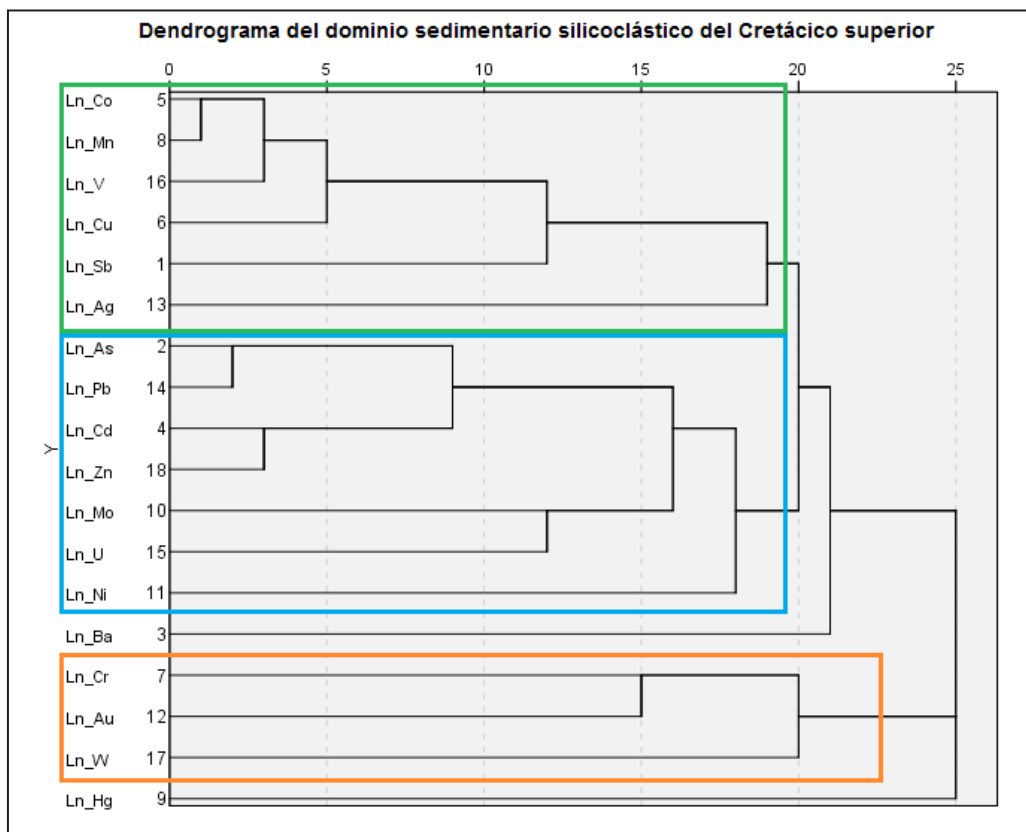


Figura 6.42 Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior

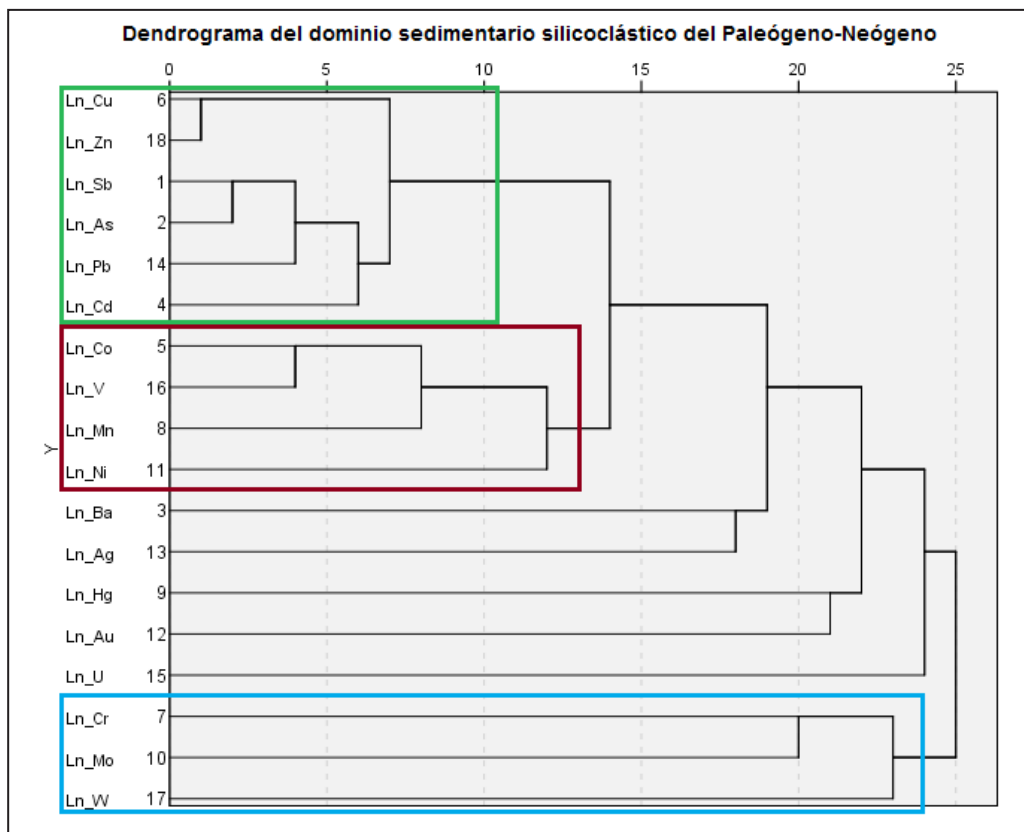
### 6.4.5 Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno

En este dominio se identificaron 3 asociaciones distintivas, la más relevante es netamente calcófila, constituida por Cu-Zn y Sb-As-Pb-Cd (figura 6.43). Esta filiación describe los contenidos metálicos provenientes de especies sulfuradas, los cuales son trazados arsénico y antimonio.

La segunda asociación identificada corresponde a Co-V-Mn-Ni (figura 6.43), la cual da cuenta de los patrones geoquímicos

primarios de cobalto, vanadio y níquel en minerales máficos que llegaron a formar parte de las rocas sedimentarias del Paleógeno-Neógeno. La tema metálica Co-V-Ni es trazada por el manganeso, el cual da cuenta de los procesos de precipitación y formación de hidróxidos, principalmente en facies pelíticas de contextos anóxicos.

La asociación Mo-W evidencia la capacidad de intercambio iónico de ambos metales, debido a la similitud de los potenciales iónicos de sus cationes tetravalentes. Esta asociación es trazada por cromo, el cual denotaría las fases máficas de las rocas hospedantes (figura 6.43).



**Figura 6.43** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno

### 6.4.6 Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico

La asociación más importante de esta población estadística presenta una componente calcófila de interés prospectivo, en este caso Cu-Zn-Sb-As-Pb, ligada a metales preciosos como oro y plata que a su vez son trazados por cadmio y manganeso (figura 6.44).

Cobalto y vanadio denotan una asociación típica en minerales ferromagnesianos presentes en las unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico (figura 6.44).

De otra parte, el molibdeno se asocia débilmente a fases de tendencia litófila representadas por cromo y níquel, que al igual que la asociación anteriormente descrita, corresponden a eventos tempranos de la diferenciación magmática (figura 6.44).

Finalmente, el uranio y wolframio también acusan una asociación débil, que posiblemente refleja cierta correspondencia entre sus patrones de dispersión secundaria (figura 6.44).

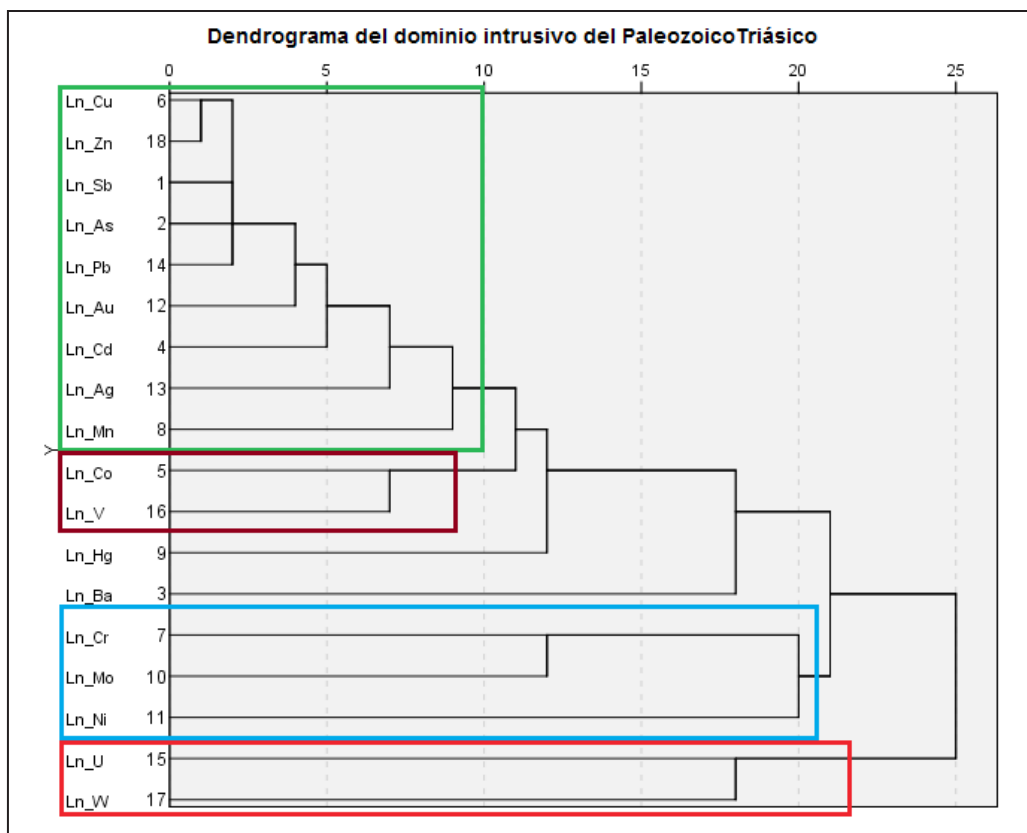


Figura 6.44 Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas intrusivas del Paleozoico-Triásico

### 6.4.7 Asociaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno

Los sedimentos provenientes de rocas intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno describen 5 asociaciones geoquímicas, las cuales serán discutidas según su importancia prospectiva. La asociación de mayor interés está conformada por Ag-Pb-Zn, ligada a cadmio y estos a su vez relacionados a antimonio y arsénico (figura 6.45). Es evidente que la terna calcófila (Ag-Pb-Zn) denota la presencia de sulfuros, los cuales tienen como pathfinders al cadmio, antimonio y arsénico, siendo estos dos últimos aquellos que muestran la mayor afinidad de toda la asociación.

El cobre y cobalto conforman una asociación típica de intercambio iónico, puesta de manifiesto en la formación de sulfuros, ligada al vanadio que posiblemente represente a las

fases ferromagnesianas de las rocas hospedantes, esto último es concordante con la afinidad que demuestra esta asociación con cromo y níquel (figura 6.45).

La asociación Mo-W denotaría procesos de sustitución iónica entre sus cationes tetravalentes, la cual sugiere la presencia de especies oxidadas. Dicha afinidad es trazada por la dispersión geoquímica secundaria del uranio que formaría parte de dichos óxidos (figura 6.45).

Bario y manganeso representan una asociación débil de carácter litófila (figura 6.45), que abarca fases félsicas (bario) como ferromagnesianas (manganeso).

La asociación más tenue de este dominio está representada por oro y mercurio, la cual sugiere procesos epitermales relacionados a las unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno (figura 6.45).

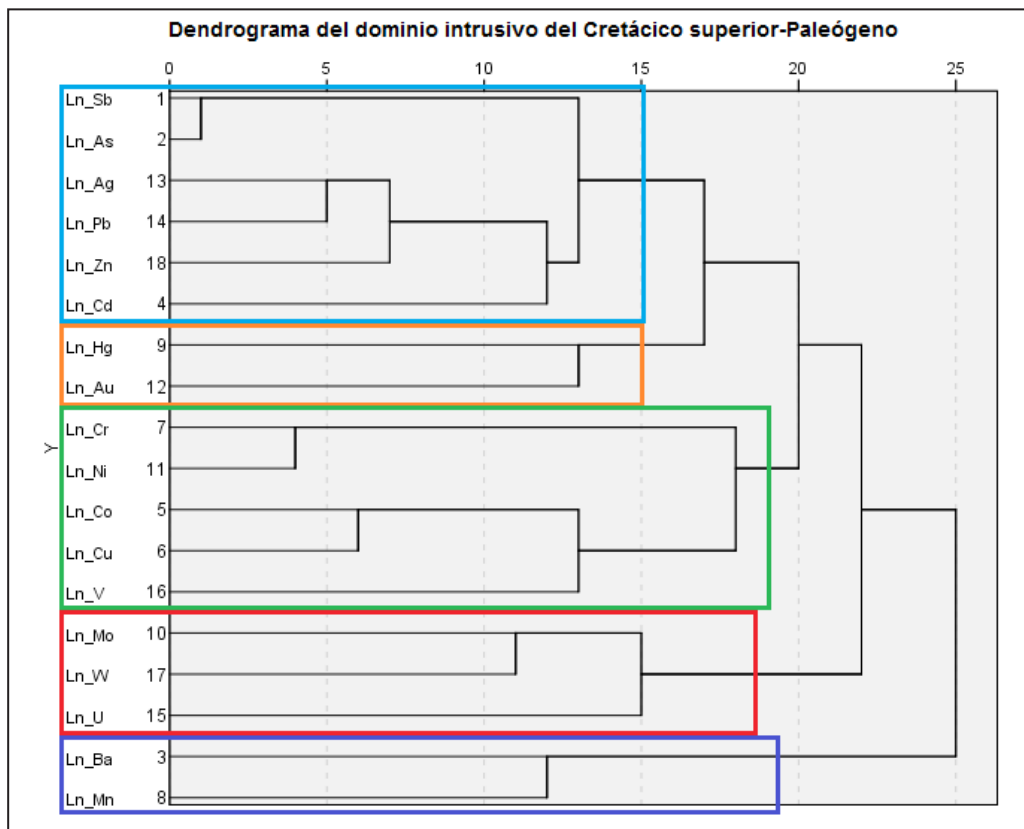


Figura 6.45 Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno

## 6.5 ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS Y ELEMENTOS GUÍAS

### 6.5.1 Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico

En este ambiente las anomalías de oro se caracterizan por ser relativamente débiles, es el caso de las muestras, 8c-GS-004, 8c-GS-008 y 8c-GS-082a, las cuales presentan concentraciones de 14 ppb, 16 ppb y 17 ppb, respectivamente. Es importante mencionar que las anomalías 8c-GS-004 y 8c-GS-008 se sitúan de forma consecutiva y definen un patrón de dispersión de 2 km, a lo largo de la quebrada Seca, ubicada en el distrito de Pampas de Hospital (provincia de Tumbes).

Cabe destacar que la muestra 8c-GS-004 también representa una anomalía muy fuerte de mercurio del orden de 1.7 ppm, la misma que traza los contenidos de oro (cuadro 6.26).

La principal anomalía de plata (8c-GS-097) presenta una intensidad moderada (0.45 ppm) y se caracteriza por ser monoelemental. Se ubica en la quebrada Guanábano del distrito de Pampas de Hospital perteneciente a la provincia de Tumbes.

En cuanto a los metales base, estos denotan anomalías múltiples de intensidad débil, es decir, alcanzan tenores entre una y dos veces el umbral geoquímico, los cuales son trazados principalmente por Ba, Cd, Mo y Sb. En este escenario destaca la muestra 8c-GS-070, la cual representa una anomalía múltiple de Ag (0.19 ppm), Zn (184 ppm) y Mo (5.92 ppm), trazada por concentraciones anómalas de Ba, Cd, Sb, Ni y V (cuadro 6.26). Esta anomalía se ubica en la quebrada Don Pablo, afluente del río Tumbes, en el distrito de Pampas de Hospital.

Es importante mencionar que la muestra 8c-GS-065, corresponde a una anomalía múltiple de Cu (30.8 ppm) y Zn (179 ppm), asociada a contenidos anómalos de Ba, Cd, Mo, Sb, Cr, Ni y V. Esta anomalía se ubica en la quebrada Honda (Don Pablo) del distrito de Pampas de Hospital (provincia de Tumbes).

Cuadro 6.26

#### Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico

N°	Muestra	Intensidad de anomalía				Elemento(s) trazados
		Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil	
1	8c-GS-004	Hg	-	-	Au	Au
2	8c-GS-008	-	-	-	Au	-
3	8c-GS-082a	-	-	-	Au	-
4	8c-GS-097	-	-	Ag	-	-
5	8c-GS-065	-	Cd y Mo	-	Ba, Cu, Zn, Sb, Cr, Ni y V	Cu y Zn
6	8c-GS-070	-	Cd y Mo	-	Ag, Ba, Zn, Sb, Ni y V	Ag y Zn
7	8c-GS-076	-	-	-	Ag, Ba, Cu, Zn, Mo y V	Cu

### 6.5.2 Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico

Las muestras 9b-SGQ12-127a y 10a-SGQ12-012 representan las únicas anomalías moderadas de oro, cuyos valores son 23 ppb y 21 ppb, respectivamente. La primera anomalía se encuentra en la quebrada Burgos, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, mientras que la segunda se ubica en la quebrada Ancha del distrito de Pariñas en la provincia de Talara. Sigue en importancia la anomalía de oro (11 ppb) y uranio (2.92 ppm) 9b-SGQ12-125, situada en la quebrada Madre del Agua perteneciente al distrito de Marcavelica (provincia de Sullana).

En el caso de la plata, la anomalía más contrastante (9b-SGQ12-171) tiene una concentración de 0.46 ppm. Así mismo, destaca la muestra 10a-SGQ12-008, que evidencia una anomalía múltiple de plata (0.24 ppm), molibdeno (6.45 ppm) y cobre (49.8 ppm), tal como se muestra en el cuadro 6.27. Esta anomalía se encuentra en la quebrada Pulaus del distrito de Pariñas.

La anomalía de metales base más importante corresponde a la muestra 10b-SGQ12-053, ubicada en la quebrada Corcovado del distrito de Marcavelica, la cual presenta concentraciones de 612 ppm de zinc, 55.1 ppm de cobre, 22.12 ppm de molibdeno, 2.59 ppm de uranio y 0.19 ppm de plata. Estos elementos de interés económico son trazados por Sb, Cd, Mo, As y Ba (cuadro 6.27).



La muestra 10b-SGQ12-073 corresponde a una anomalía múltiple de cobre (51 ppm) y molibdeno (2.13 ppm), asociada a contenidos anómalos de Ba, Sb, Cd, Mn y V (cuadro 6.27).

Esta anomalía se localiza en la quebrada De Los Angelitos del distrito de Marcavelica.

Estas asociaciones anómalas podrían relacionarse a depósitos complejos de sulfuros y pórfidos de Cu-Mo.

**Cuadro 6.27**

**Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico**

N°	Muestra	Intensidad de anomalía				Elemento(s) trazados
		Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil	
1	9b-SGQ12-127a	-	-	Au	-	-
2	10a-SGQ12-012	-	-	Au	-	-
3	9b-SGQ12-125	-	-	-	Au y U	Au
4	9b-SGQ12-171	Ag	-	-	-	-
5	10a-SGQ12-008	-	-	Ag	Cu y Mo	Ag y Cu
6	10b-SGQ12-053	Zn, Sb, Cd y Mo	-	-	Ag, Cu, U, As, Ba, Ni y V	Ag, Cu y Zn
7	10b-SGQ12-073	-	Ba	-	Cu, Mo, Sb, Cd, Mn y V	Cu y Mo

**6.5.3 Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico inferior**

Este ambiente está conformado por 11 muestras, las cuales no evidenciaron anomalías de oro. No obstante, el resto de elementos mostró anomalías débiles (cuadro 6.28). En el caso de la plata, la única anomalía identificada fue la muestra 9b-

GS-189 (0.19 ppm), ubicada en la quebrada Las Taloneras del distrito de Lancones (provincia de Sullana).

Las anomalías de cobre (10b-SGQ12-067a) y zinc (9b-SGQ12-300) muestran como elementos guía al Co, Mn, Cd, Hg y W (cuadro 6.28). En cuanto al uranio, destaca la muestra 9b-SGQ12-304a (4.72 ppm), la cual se ubica en la quebrada Pazul del distrito de Pariñas en la provincia de Talara.

**Cuadro 6.28**

**Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico inferior**

N°	Muestra	Intensidad de anomalía				Elemento(s) trazados
		Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil	
1	9b-GS-189	-	-	-	Ag	-
2	10b-SGQ12-067a	-	-	-	Cu, Co y Mn	Cu
3	9b-SGQ12-300	-	-	-	Zn, Cd, Hg y W	Zn
4	9b-SGQ12-304a	-	-	-	U, Sb, As, Mo, Ni y V	U

### 6.5.4 Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades volcánico sedimentarias del Cretácico

Las anomalías más importantes de oro corresponden a las muestras 9c-GS-042 y 10c-GS-121, las cuales alcanzan tenores de 370 ppb y 328 ppb, recíprocamente, y dan cuenta de la dispersión geoquímica secundaria asociada a mineralización de tipo epitermal. Se distingue la quebrada Malvitas por la presencia de la anomalía 9c-GS-042, ubicada a 4.6 km aguas abajo del proyecto Pampa Larga. La muestra 10c-GS-121 se encuentra en la quebrada Cabuyal/Progreso a 2.7 km aguas abajo de la mina Quebrada Cabuyal. Tanto el proyecto Pampa Larga como la mina Quebrada Cabuyal pertenecen al distrito de Suyo en la provincia de Ayabaca. Es importante mencionar que, en las anomalías descritas, el oro se encuentra asociado principalmente a arsénico y molibdeno (cuadro 6.29).

Por otro lado, la anomalía aurífera 10d-GS-154 (209 ppb) también muestra contenidos anómalos de plata (0.52 ppm), cobre (156.5 ppm) y plomo (36.3 ppm), y define un halo de dispersión de 1.5 km desde la mina Chorreras (Jambur), ubicada en la quebrada Minas de Jambur del distrito de Paimas (provincia de Ayabaca).

La principal anomalía de plata (10c-GS-105) tiene una concentración de 2.55 ppm y define contenidos anómalos de

plomo (121.4 ppm), bario (387 ppm) y wolframio (0.6 ppm). Esta muestra se encuentra en el río Quiroz, a 700 m aguas abajo del proyecto Higuierón del distrito de Paimas en la provincia de Ayabaca.

En cuanto a los metales base, la anomalía de mayor contraste corresponde a la muestra 10c-GS-160, ubicada en la quebrada Jaguay de Pavas, afluente del río Chipillico, en el distrito de Las Lomas (provincia de Piura). En dicha anomalía destacan las concentraciones de plomo (122.2 ppm), mercurio (1.74 ppm) y arsénico (84 ppm), además de contenidos anómalos de Ag, Mo y Sb (cuadro 6.29).

La muestra 9c-GS-045b corresponde a una anomalía muy fuerte de zinc (4 438 ppm) y débil de oro (63 ppb). Esta muestra se sitúa en el río Quiroz, a 2.3 km al norte de la ocurrencia epitermal de Malvas del distrito de Suyo (provincia de Ayabaca).

Respecto al uranio, resalta la muestra 10c-GS-160a que también denota contenidos anómalos de molibdeno (26.64 ppm), manganeso (6 511 ppm) y wolframio (0.5 ppm) principalmente (cuadro 6.29). Esta muestra se ubica en la quebrada Canta Gallo perteneciente al distrito de Las Lomas en la provincia de Piura.

En este dominio, las anomalías multielementales identificadas pueden usarse como de prospección por sulfuros masivos de Cu-Zn-Au y Zn-Pb-Cu y pórfidos de Cu-Mo.

**Cuadro 6.29**

#### Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades volcánico sedimentarias del Cretácico

N°	Muestra	Intensidad de anomalía				Elemento(s) trazados
		Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil	
1	9c-GS-042	Au	-	-	As, Ag y Pb	Au y Ag
2	10c-GS-121	Au y Mo	-	-	Ag, As, Cu, Pb, Zn, Cd y Mn	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
3	10c-GS-105	Ag y Pb	-	-	Ba y W	Ag
4	10d-GS-154	-	Au	Ag	Cu y Pb	Au y Ag
5	10c-GS-160	Pb y Hg	-	As	Ag, Mo y Sb	Ag y Pb
6	9c-GS-045b	Zn	-	-	Au	Au
7	10c-GS-160a	Mo	Mn	Ni	U, Cr y W	U

### 6.5.5 Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior

La anomalía más contrastante de oro es del orden de 405 ppb (8c-GS-075) y se asocia a anomalías muy fuertes de metales base y Sb, As y Cd (cuadro 6.30). Dicha muestra se ubica en el río Tumbes, límite natural de los distritos de Pampas de Hospital y San Jacinto, ambos pertenecientes a la provincia de Tumbes. La anomalía en mención presenta 5.14 ppm de plata, 881.3 ppm de cobre, 360.3 ppm de plomo, 2775 ppm de zinc, 20.3 ppm de antimonio, 1119 ppm de arsénico y 18.5 ppm de cadmio. En la estación de muestreo 8c-GS-058, se identificó una anomalía múltiple de oro (17 ppb), molibdeno (2.38) y cromo (240 ppm). Dicha estación se ubica en la quebrada Jardín, paraje Las Cebollas del distrito de Pampas de Hospital (provincia de Tumbes).

La anomalía más resaltante de plata (10b-SGQ12-004a) tiene una concentración de 0.57 ppm y se localiza en la quebrada Pájaro Bobo del distrito de Lancones, provincia de Sullana. Dicha anomalía también presenta contenidos anómalos de oro (9 ppb), cobre (119.6 ppm), molibdeno (13.35 ppm) y plomo (24.5 ppm). Sigue en importancia la anomalía múltiple 9b-GS-016, en la cual

la plata (0.48 ppm) y el oro (14 ppb) tienen como trazadores al molibdeno (9.64 ppm), plomo (38.7 ppm), cromo (126 ppm) y níquel (81.6 ppm). Esta anomalía se sitúa en la quebrada Peñitas del distrito de San Jacinto, perteneciente a la provincia de Tumbes. Por otra parte, la anomalía múltiple 9b-GS-019a confirma la filiación geoquímica entre oro (11 ppb) y plata (0.37 ppm), en la cual se evidencia al molibdeno (21 ppm), plomo (52.3 ppm), arsénico (19 ppm) y wolframio (1.4 ppm) como elementos guía, asociados a abundancias anómalas de níquel (124.8), cromo (170 ppm) y uranio (1.35 ppm), tal como se observa en el cuadro 6.30. Esta anomalía múltiple se ubica en la quebrada Ciénego en el distrito de San Jacinto (provincia de Tumbes).

Los metales base constituyen importantes anomalías multielementales, siendo zinc y plomo aquellos con mayor contraste, los cuales tienen como elementos guía al molibdeno, cadmio, arsénico y antimonio principalmente. En ese contexto, destaca un halo de dispersión de 3.3 km, definido por las anomalías 9b-GS-002a y 9b-GS-012, ubicadas en las quebradas Guineal y Pampa del Rey, respectivamente, ambas pertenecientes al distrito de San Jacinto (provincia de Tumbes).

Respecto al uranio se distinguen las anomalías 9b-GS-002a (6.93 ppm), 9b-GS-012 (3.34 ppm) y 8c-GS-062 (4.69 ppm).

**Cuadro 6.30**

#### Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior

N°	Muestra	Intensidad de anomalía				Elemento(s) trazados
		Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil	
1	8c-GS-075	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sb y As	-	Hg	Cd, Mn y W	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
2	8c-GS-058	-	-	Cr y Au	-	Au
3	10b-SGQ12-004a	-	-	Mo y Ag	Au, Cu y Pb	Au y Ag
4	9b-GS-016	-	-	Ag	Au, Cr, Ni, Mo y Pb	Au y Ag
5	9b-GS-019a	Mo	-	Ni y Pb	Au, Ag, Cr, U, As y W	Au y Ag
6	9b-GS-002a	U	-	Mo y Hg	Pb, Zn, Sb, As, Cr y Ni	Pb, Zn y Mo
7	9b-GS-012	Mo	-	Zn y U	Sb, As, Ni y V	Zn y Mo
8	8c-GS-062	-	U	-	Ba, Cr, Mo y V	U

### 6.5.6 Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno

Las anomalías 8c-GS-103 y 8c-GS-106 representan las anomalías auríferas más importantes de este ambiente, con concentraciones de 932 ppb y 327 ppb, en ese orden. Ambas anomalías se ubican consecutivamente en el río Tumbes, a 8.6 km al sur del distrito de Pampas de Hospital en la provincia de Tumbes. Las muestras en mención definen un halo de dispersión de 1.6 km, y denotan contenidos anómalos de plata, cobre, plomo y zinc principalmente. Dichos metales son trazados por

antimonio, arsénico, cadmio, wolframio, molibdeno, mercurio y manganeso (cuadro 6.31).

La anomalía más contrastante de plata (1.34 ppm) corresponde a la muestra 9b-SGQ12-099, en la cual dicho metal define una filiación geoquímica con bario (865 ppm), uranio (1.65 ppm) y molibdeno (4.21 ppm). Así mismo, destaca la anomalía múltiple 8b-SGQ12-139 de plata (0.25 ppm) y zinc (168 ppm), los cuales son trazados por abundancias anómalas de cadmio (1.47 ppm) y manganeso (1031 ppm), asociadas a anomalías de uranio (1.64 ppm), bario (382 ppm), cobalto (23.5 ppm) y níquel (66.2 ppm). La anomalía descrita se localiza en la quebrada Hualtacal del distrito de Canoas de Punta Sal (provincia de Contralmirante Villar).

**Cuadro 6.31**

**Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno**

N°	Muestra	Intensidad de anomalía				Elemento(s) trazados
		Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil	
1	8c-GS-103	Au, Cu, Pb, Zn, Sb, As, Cd y W	-	-	Co, Mn, Mo y Hg	Au, Cu, Pb y Zn
2	8c-GS-106	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sb, As y Cd	-	-	Mo y W	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
3	9b-SGQ12-099	Ag	-	-	Ba y U	Ag
4	8b-SGQ12-139	-	-	-	Ag, Zn, U, Cd, Co, Mn y Ni	Ag y Zn
5	8c-GS-012a	-	-	Cu y Zn	-	-
6	9b-SGQ12-299	-	-	-	Pb, As y W	Pb
7	10b-GS-094c	-	-	U	-	-
8	10b-GS-085c	-	-	U	Cd	-

En cuanto a los metales base, la muestra 8c-GS-012a se caracteriza por presentar tenores anómalos de cobre (117.7 ppm) y zinc (442 ppm). Se ubica en la quebrada Pueblo Nuevo, distrito de Matapalo en la provincia de Zarumilla. Otra anomalía importante corresponde a la muestra 9b-SGQ12-299, la cual denotó 17.3 ppm de plomo, asociado a abundancias anómalas de uranio (1.32 ppm), arsénico (14 ppm), bario (449 ppm) y wolframio (0.8 ppm). Esta anomalía múltiple se localiza en la quebrada Redondo del distrito de Pariñas, perteneciente a la provincia de Talara.

Se distinguen las quebradas Totorá y Chombos por albergar a las anomalías de uranio 10b-GS-094c (3.89 ppm) y 10b-GS-085c (3.78 ppm), respectivamente. Dichas anomalías también

denotan contenidos anómalos de cromo y cadmio (cuadro 6.31). Las quebradas descritas pertenecen al distrito de La Brea en la provincia de Talara.

### 6.5.7 Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de intrusivos del Paleozoico-Triásico

En este ambiente el oro presenta anomalías débiles, moderadas y muy fuertes. Con relación a las últimas, se tienen a las muestras 8c-GS-101 y 8c-GS-098, en las cuales este elemento alcanza tenores de 1990 ppb y 1633 ppb, en ese orden. En ambos casos, el oro se asocia a contenidos anómalos de cobre, molibdeno, plomo, zinc, cadmio, mercurio, arsénico y antimonio principalmente.

Cuadro 6.32

## Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de intrusivos del Paleozoico-Triásico

N°	Muestra	Intensidad de anomalía				Elemento(s) trazados
		Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil	
1	8c-GS-101	Au, Zn, As y Cd	Cu, Hg y W	Ag	Sb, Mo y Pb	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
2	8c-GS-098	Au, Cu, Pb, Zn, Sb, As, Cd y W	-	Mo	Co y Mn	Au, Cu, Pb y Zn
3	8c-GS-096	Cu, Zn, Cd y Hg	-	Ag, As y Au	Co, Mn, Mo, Pb y Sb	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
4	8c-GS-115	Zn y Cd	Cu	-	As, Sb, Ag, Au, Mn, Pb y Hg	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
5	8c-GS-105	Zn y Cd	Cu	Hg	As, Ag, Pb, Sb, Au y Mn	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
6	8c-GS-090	Zn y Cd	-	Cu y Hg	Ag, Au, As, Sb y Pb	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
7	8c-GS-112	Zn, Cd y Hg	-	Cu	Ag, Pb y Sb	Ag, Cu, Pb y Zn
8	8c-GS-090c	Zn y Cd	Cu	-	Ag, As, Au, Pb, Mo y W	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
9	8c-GS-086	Zn y Cd	-	Cu	Pb	Cu, Pb y Zn
10	8c-GS-080	Zn	Cd	-	Cu	Cu y Zn
11	8c-GS-069	Zn	Cd	-	Cu	Cu y Zn
12	9b-SGQ12-126	-	-	-	U	-

Respecto a los metales base, sus máximas concentraciones son: 8.19 ppm (plata), 2022 ppm (cobre), 1367 ppm (plomo) y 5785 ppm (zinc). Estos valores forman parte de 12 anomalías importantes, incluyendo las anomalías auríferas descritas en el párrafo anterior además de las muestras 8c-GS-096, 8c-GS-115, 8c-GS-105, 8c-GS-090, 8c-GS-112, 8c-GS-090c, 8c-GS-086, 8c-GS-080 y 8c-GS-069. En la mayoría de los casos corresponden a anomalías múltiples muy fuertes de oro, metales base y otros elementos como antimonio, arsénico, cadmio, mercurio y wolframio (cuadro 6.32). Es importante destacar que las anomalías precitadas se ubican consecutivamente a lo largo del río Tumbes y definen el mayor halo de dispersión del área de estudio, en este caso 42.3 km aproximadamente. Dicha distancia está limitada por las confluencias de las quebradas Calabacitos (al sur) y Vaquería (al norte) con el río Tumbes.

De otra parte, destaca la anomalía 9b-SGQ12-126 que representa la máxima concentración de uranio (7.27 ppm), ubicada en la quebrada Grande, límite natural entre los distritos de Casitas (provincia de Contralmirante Villar) y Lancones (provincia de Sullana).

### 6.5.8 Anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno

La muestra 10d-GS-198 es la anomalía más importante de oro (1 952 ppb), plata (3.24 ppm), plomo (578.1 ppm), zinc (328 ppm) y cobre (149 ppm), además de sus elementos guías cadmio

(3.68 ppm), manganeso (1388 ppm) y mercurio (0.3 ppm). Esta anomalía múltiple se ubica en la quebrada Sapillica, a 1.7 km al noroeste del poblado de mismo nombre (cuadro 6.33). Sigue en importancia la anomalía 9d-GS-027, en la cual el oro (557 ppb) tiene como elemento trazador al wolframio (0.3 ppm). Esta muestra se sitúa en la quebrada Cachaco, a 5.56 km aguas abajo del epitermal Quebrada Salitral, en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.

El halo de dispersión geoquímica secundaria (3.7 km) relacionado al prospecto Orquetas (pórfido de Cu-Au) es evidenciado por las anomalías 10c-GS-172 y 10c-GS-171, en las cuales se distingue la filiación geoquímica Cu-Mo. Ambas anomalías se ubican de manera continua en la quebrada Del Salto perteneciente al distrito de las Lomas (provincia de Piura). Por otro lado, la estación de muestreo 10d-GS-124, ubicada en el río Quiroz del distrito y provincia de Ayabaca, a 9 km al suroeste de la localidad de Montero, representa una anomalía múltiple de plata (0.32 ppm), mercurio (0.39 ppm), antimonio (2.31 ppm), arsénico (21 ppm), níquel (25.5 ppm) y wolframio (0.9 ppm).

El proyecto Chancadora (pórfido de Cu-Mo) se ubica en el distrito y provincia de Sullana. En dicho escenario, la dispersión geoquímica secundaria es denotada por la muestra 10c-SGQ12-063, identificada en la quebrada Carbajal, a 1.3 km aguas abajo de dicho proyecto. Esta muestra describe anomalías de molibdeno (8.23 ppm), níquel (45.6 ppm), cobre (102.4 ppm), zinc (164 ppm), antimonio (2.73 ppm), arsénico (21 ppm) y cadmio (1.3 ppm).

La muestra 10c-SGQ12-060 evidencia tenores anómalos de antimonio (3.59 ppm) y uranio (4.18 ppm), siendo esta última la máxima concentración de uranio obtenida en los sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno. Esta anomalía se ubica en el río Chipillico, a 3 km al noroeste del proyecto Chancadora.

**Cuadro 6.33**

**Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno**

N°	Muestra	Intensidad de anomalía				Elemento(s) trazados
		Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Débil	
1	10d-GS-198	Au, Ag y Pb	Cd	Zn	Cu, Mn y Hg	Au, Ag, Cu, Pb y Zn
2	9d-GS-027	Au y W	-	-	-	Au
3	10c-GS-172	-	Mo	Cu	-	-
4	10c-GS-171	Mo	-	Ni	Cu y Cr	Cu y Mo
5	10d-GS-124	-	-	Hg	Ag, Sb, As y W	Ag
6	10c-SGQ12-063	-	-	Mo	Cu, Zn, Sb, As y Cd	Cu y Zn
7	10c-SGQ12-060	-	-	-	U y Sb	-



## CONCLUSIONES

1. Se cumplieron los objetivos planteados en la presente investigación, y se obtuvieron resultados útiles para la prospección minera, la elaboración de líneas de base geoambiental, el ordenamiento territorial y los estudios de zonificación ecológica y económica del país.
2. El pH de las aguas superficiales del área de estudio es mayormente alcalino, con una media de 8.37. Se evidenciaron valores ligeramente ácidos, en el rango de 6 a 7. Dichas lecturas se sitúan en las quebradas Grande y Jardín, correspondientes a las localidades de Sapillica y Jilili, en las cuales afloran andesitas de la Formación Lancones.
3. El agua superficial presenta una conductividad eléctrica promedio de 151.73  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Destacan las quebradas Carrizal, Paugaruyo y Jaguay Grande donde se registraron valores de 9014  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 7595  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 7366  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente. Cabe indicar que en dichos sectores afloran psamitas con niveles pelíticos de la Formación Talara.
4. Los mayores umbrales geoquímicos de oro se identificaron en los dominios intrusivo del Paleozoico-Triásico (195.5 ppb) y volcánico sedimentario del Cretácico (59.3 ppb), en este último se tiene el mayor umbral de plata (0.22 ppm) y cobre (117.68 ppm).
5. En el área prospectada, el máximo umbral geoquímico de plomo ocurre en los sedimentos procedentes de las unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico, dicho umbral es 46.32 ppm.
6. El dominio sedimentario carbonatado del Cretácico inferior denotó el máximo umbral geoquímico de zinc (394.5 ppm), cuya magnitud es en promedio el doble de los demás umbrales identificados.
7. Del análisis bivariado se identificaron las principales correlaciones, según el dominio litoestratigráfico en el cual se dispersan los sedimentos fluviales:
  - El dominio intrusivo del Paleozoico-Triásico presenta correlaciones muy fuertes entre Pb, Zn, Sb y As, los que a su vez se correlacionan de forma moderada a débil con plata y oro. Estos últimos describen correlaciones negativas (débiles) con uranio y cromo respectivamente.
  - A diferencia del dominio anterior, el ambiente intrusivo del Cretácico superior-Paleógeno manifiesta correlaciones moderadas entre elementos calcófilos, entre las que destacan Cu-Co, Pb-Cd, Zn-Pb y Zn-Sb, además de correlaciones débiles entre elementos de la fase litófila (Ni, V y Ba).
  - El ambiente volcánico sedimentario del Cretácico se caracteriza por presentar correlaciones débiles entre Ag, Pb, Zn, Mo, Cd y Sb, mientras que el cobre define correlaciones moderadas a fuertes con Mn, V y Co.
8. Según el ambiente litoestratigráfico en el cual se dispersan los sedimentos fluviales, se definieron las principales asociaciones geoquímicas:
  - La asociación geoquímica más relevante del dominio metamórfico del Paleozoico está conformada por Zn-Cu-Ni, relacionada a Ba-V, Sb-Cd y Co-Mn.
  - En el ambiente volcánico sedimentario del Cretácico se identificaron 4 asociaciones geoquímicas, en la que destaca Sb-As-Pb ligada a Mo, Cd, Zn y Hg.
  - El dominio intrusivo del Paleozoico-Triásico se distingue por poseer la asociación calcófila de mayor interés prospectivo, representada por Cu-Zn-Sb-As-Pb, ligada a oro y plata, y estos a su vez trazados por cadmio y manganeso.
  - Los sedimentos procedentes de las unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno se caracterizan por presentar una asociación Ag-Pb-Zn, que tienen como pathfinders a Cd, Sb y As.
9. En cada dominio litoestratigráfico estudiado se definieron los siguientes elementos guías:
  - En los sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico se tiene al Ba, Hg y Cd como elementos guías del Au, Ag, Cu y Zn.



- El As, Sb, Ba y Cd trazan a Ag, Cu y Zn en los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico.
  - La dispersión geoquímica secundaria de cobre, en los sedimentos procedentes de unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico inferior, es trazada por Co y Mn, mientras que la dispersión del zinc es trazada por cadmio.
  - El dominio volcánico sedimentario del Cretácico se caracteriza por tener al Ba, Sb, As y Hg como pathfinders de la plata y plomo.
  - Los sedimentos provenientes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior evidencian al As, As y Hg como trazadores de oro y plata. Así mismo, los metales base son trazados por Cd y Mn.
  - La plata, plomo y zinc presentes en el dominio sedimentario silicoclástico del Paleógeno-Neógeno son trazados por Sb, As, Ba y Cd.
  - El dominio intrusivo del Paleozoico-Triásico se caracteriza por denotar anomalías polimetálicas de Cu, Mo, Pb y Zn, que tienen como elementos guía a Co, As, Sb y Cd.
  - En el ambiente intrusivo del Cretácico superior-Paleógeno se tiene al mercurio como trazador de oro y plata, mientras que el As, Sb, Mo y Cd son pathfinders de Cu, Pb y Zn.
10. El trabajo oportuno en materia de sensibilización social permite crear un espacio de comunicación efectiva y confianza con los stakeholders, con la finalidad de reducir los riesgos durante los trabajos de campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J.; Rivera, R.; Valencia, M.; Chirif, H.; Huanacuni, D.; Rodríguez, D.; Villarreal, E.; Paico, D.; Santisteban, A. & Neyra, A. (2009) – *Mapa metalogenético del Perú 2009: memoria*, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 17 p., Informe Técnico A6485. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1957>
- Andamayo, K. (2008) - *Nuevo estilo estructural y probables sistemas petroleros de la Cuenca Lancones*. Tesis Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 129 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/764>
- Bellido, F.; Jaimes, F.; Carlotto, V. & Díaz-Martínez, E. (2008) - Los granitoides peraluminicos triásicos de los Cerros de Amotape y del macizo de Illescas (noroeste de Perú): implicaciones para la evolución geodinámica del terreno Amotape (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 14 & Congreso Latinoamericano de Geología, 13, Lima, 2008. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 6 p.
- Carlotto, V.; Acosta, H.; Mamani, M.; Cerpa, L.; Rodríguez, R.; Jaimes, F.; Navarro, P.; Cueva, E. & Valdivia, W. (2010) - Los dominios geotectónicos del territorio peruano. (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 15, Cusco 2010. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 47-50.
- Chalco, A. (1955) - Estudio geológico preliminar de la región Sullana-Lancones. *Boletín Técnico Empresa Petrolera Fiscal*, (3): 45-62.
- Cox, D.P.; Singer, D.A. & Rodríguez, E., eds. (1987) - Modelos de yacimientos minerales (Mineral deposit models). *U.S. Geological Survey, Open File Report 87-486*, 336 p. <https://doi.org/10.3133/ofr87486>
- Defensoría del Pueblo (2020) - Detalle de los conflictos sociales activos. *Reporte de Conflictos Sociales*, 197: 22-118. (Consulta: 30 setiembre 2020). <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/08/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N%C2%B0-197-julio-2020.pdf>
- Defensoría del Pueblo (2014) - Detalle de los conflictos sociales activos. *Reporte de Conflictos Sociales*, 128: 21-99. (Consulta: 04 diciembre 2014). <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N-128-October-2014.pdf>
- Gibbs, A.D. (1984) - Structural evolution of extensional basin margins. *Journal of the Geological Society*, 141(4): 609-620. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.141.4.0609>
- Jaimes, F.; Santos, A.; Navarro, J. & Bellido, F. (2012) - Geología del cuadrángulo de Las Lomas (10-c), escala 1:50,000. *INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional*, 146, 126 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/108>
- Manrique, P. (1993) - *Interpretación estructural y posibilidades petrolíferas del Área Carpitas*. Departamento de Exploración de GMP, 100 p.
- Martínez, M. (1970) - Geología del basamento paleozoico en las montañas de Amotape y posible origen del petróleo en rocas paleozoicas del noroeste del Perú. En: *Congreso Latinoamericano de Geología, 1. Lima, 1970*. Lima: [s.e.], t. 2, p. 105-138.
- Palacios, O. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada. Seca, Zorritos, Tumbes, Zarumilla, Hojas 11-a, 11-b, 10-a, 10-b, 9-a, 9-b, 8-b, 8-c, 7-c. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 54, 190 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/175>
- Pitcher, W.S. (1978) - The anatomy of a batholith. *Journal of the Geological Society London*, 135(2): 157-182. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.135.2.0157>
- Piura. Gobierno Regional (2012) - *La zonificación ecológica económica (ZEE) de la región Piura: memoria final*. Piura: Gobierno Regional de Piura, Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, 255 p.

- Pluspetrol Perú Corporation (2002) - *Informe final, segundo periodo de exploración Lote XII - Cuenca Lancones y anexos*, informe inédito, 44 p.
- Quinto, J. (2006) - *Arquitectura estructural y etapas de deformación de las cuencas Talara y Lancones, y sus implicancias petrolíferas*. Tesis Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 152 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/217>
- Quispe, J.; Carlotto, V.; Acosta, J.; Macharé, J.; Chirif, H.; Rivera, R.; Romero, D.; Huanacuni, D. & Rodríguez, R. (2008) - Mapa metalogenético del Perú 2008. En: Congreso Peruano de Geología, 14; Congreso Latinoamericano de Geología, 13, Lima, 2008. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 6 p.
- Ríos, A. (2004) - *Estudios del metalotecto Lancones y su potencial por yacimientos de sulfuros masivos volcanogénicos (VMS) - (Piura – Perú)*. Descripción, interpretación y potencial. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 364 p.
- Reyes, L. (1989) - *Evaluación geológica de la cuenca Lancones por Hidrocarburos*. Lima: Petroperú, 18 p.
- Reyes, L. & Caldas, J. (1987) - Geología de los cuadrángulos de: Las Playas 9-c, La Tina 9-d, Las Lomas 10-c, Ayabaca 10-d, San Antonio 10-e, Chulucanas 11-c, Morropón 11-d, Huancabamba 11-e, Olmos 12-d, Pomahuanca 12-e. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 39, 83 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/159>
- Reyes, L. & Vergara J., (1987) - *Evaluación geológica y potencial petrolífero de la Cuenca Lancones*, informe inédito. Lima: Petroperú, 57 p. Perupetro IT03453
- Rodríguez, I.; Villarreal, E.; Valencia, M., & Sánchez, V. (2012) - Metalogenia, geología económica y potencial minero de la Deflexión de Huancabamba: Noroeste del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 29, 224 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/221>
- Rojas, E. (2010) - *IV Informe: Cuencas sedimentarias del noroeste peruano, Geología de Talara*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería del Petróleo, Gas Natural y Petroquímica, Sección de Postgrado y Segunda Especialización, 164 p. <https://cutt.ly/DREwRln>
- Sánchez, J.; Carlotto, V.; Díaz, E. & Chacaltana, C. (2006) - Estratigrafía y sedimentología del Paleozoico superior de la quebrada Gramadal, cerros de Amotape: norte del Perú. En: Congreso Peruano de Geología, 13, Lima, 2006. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú. p. 570-573.
- Sánchez, J.; Palacios, O.; Feininger, T.; Carlotto, V. & Quispesivana, L. (2006) - Puesta en evidencia de granitoides triásicos en los Amotapes-Tahuin: deflexión de Huancabamba. En: Congreso Peruano de Geología, 13, Lima, 2006. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 312-315
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2021) - *Mapa de clasificación climática del Perú*. SENAMHI. <https://idesep.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/d4518248-af56-4419-9b5d-b42de7dba471>
- Steinmüller, K. (1999) - *Depósitos metálicos en el Perú: su metalogenia, sus modelos, su exploración y el medio ambiente*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 171 p.
- Tumialán, P. (2003) - Compendio de yacimientos minerales del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 10, 620 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/202>
- Ulrich T.D. (2005) - *Summary Report on Ar/Ar Dating for MAP: GAC. Activity PE - 05 Perú*. Vancouver: Laboratory Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research Earth & Ocean Sciences, University of British Columbia.
- Winter, L.S (2008) - *The genesis of 'giant' copper-zinc-gold-silver volcanogenic massive sulphide deposits at Tambogrande, Perú: age, tectonic setting, paleomorphology, litho geochemistry and radiogenic isotopes*. PhD Thesis, University of British Columbia, Vancouver, 274 p.

## **ANEXOS**

**ANEXOS I    INVENTARIO DE OCURRENCIAS MINERALES METÁLICAS**

**ANEXOS II    MUESTRAS ANÓMALAS RELEVANTES**



**ANEXOS I**  
**INVENTARIO DE OCURRENCIAS MINERALES METÁLICAS**



**Anexo I**  
**Inventario de ocurrencias minerales metálicas**

Nombre de depósito	Norte	Este	Ubicación	Tipo de depósito	Elemento	Estado	Método	Tipo de roca	Geología	Edad	Comentario
Chancadora	9474148	556655	Se ubica a 25 km al sur del distrito de Lancones, provincia y departamento de Piura.	Pórfido	Cu/Mo	Proyecto	Superficie	Intrusivo	Granito rojo	Cretácico superior	Ocurre dentro de un granito rojo fuertemente cizallado, sigue un rumbo NO-SE. Destaca la presencia de fracturas con relleno de "limonita" con carbonatos de cobre y un entramado reticular de cuarzo.
Lagartos	9479604	566712	Se encuentra ubicado entre la localidad de Lagartos y la quebrada La Huanta, a 30 km al sur del distrito de Lancones.	Pórfido	Cu/Au/Mo	Proyecto	Superficie	Intrusivo	Diorita, Tonalita	Cretácico superior	La geología del <i>stock</i> Lagartos son dioritas y tonalitas. Colindante al área de Lagartos se encuentran andesitas porfiríticas y dacitas.
Cascajo Blanco	9499850	590828	Se ubica al norte del distrito de Las Lomas.	Pórfido	Cu/Mo/Ag	Proyecto	Superficie	Intrusivo-volcánico	Granito blanco que intruye a la Formación La Bocana	Cretácico superior	Es un granito blanco rosado de grano grueso, con abundantes vetillas reticulares de cuarzo hialino y gris. Predomina la alteración potásica, así como una débil presencia de cuarzo y sericita.
Lanchipampa	9489700	659767	En el extremo NE del cuadrángulo de Ayabaca, entre las quebradas Samanquilla y Huayos.	Pórfido	Cu/Mo	Ocurrencia	Superficie	Volcánico	Andesita, dacita	Cretácico superior	Existen algunas evidencias de mineralización de pirita con pequeñas cantidades de calcopirita, relleno de fracturas y microfracturas, también como diseminación en rocas andesíticas del Paleógeno-Neógeno, asociadas con venillas de cuarzo.
Orquetas	9485906	579087	Se encuentra ubicado en la quebrada Salados, a 5 km al oeste del distrito de Las Lomas.	Pórfido	Cu/Au	Prospecto	Superficie	Intrusivo	Granodiorita Las Lomas, que es intruida por el monzogranito Peña Blanca	Cretácico superior	Geológicamente la granodiorita Las Lomas es intruida por el monzogranito Peña Blanca. El <i>stock</i> granodiorítico es de color blanco a gris, de grano grueso con fenocristales de plagioclasa blanquecina entrelazadas y hornblendas tabulares cloritizadas, y algunos cristales de biotita.
La Saucha	9485718	599347	Está localizado en el caserío del mismo nombre, distrito de Suyo, departamento de Piura, al noreste de la cuenca Lancones.	Sulfuro masivo volcanogénico, tipo Kuroko.	Au/Ag/Cu/Pb/Zn	Prospecto	Superficie	Volcánico	Transición de la Fm. La Bocana y la Fm. Lancones.	Cretácico superior	Se ubica en la transición de la Formación La Bocana y la Formación Lancones, de acuerdo a la roca huésped, los <i>gossan</i> coinciden con la estratigrafía y la posición de domos félsicos y tobas de composición dacítica.



Nombre de depósito	N	E	Ubicación	Tipo de depósito	Elemento	Estado	Método	Tipo de roca	Geología	Edad	Comentario
Potrobayo	9493777	575360	Se ubica al oeste del poblado de Las Lomas, entre los cerros Algodonal y La Mina.	Sulfuro masivo volcanogénico, tipo Kuroko.	Pb/Zn/Cu	Proyecto	Superficie	Volcánico	Lavas hialoclásticas, tobas dacíticas, tobas félsicas volcanoclasticas y tobas dacíticas.	Cretácico superior	Está conformada por una secuencia inferior de lavas hialoclásticas de composición andesítica con intercalaciones de tobas dacíticas.
Tomapampa	9491670	604613	Se encuentra ubicado en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.	Sulfuro masivo volcanogénico, tipo Kuroko.	Ag/Zn/Au/Cu	Proyecto	Subterránea	Volcánico	Fm. La Bocana cortada por diques andesíticos.	Cretácico superior	La mineralización está hospedada en el nivel medio de la Formación La Bocana y asociada a domos de composición dacítica del volcanismo bimodal de esta unidad.
Higuerón	9490380	604870	Se ubica en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.	Sulfuro masivo volcanogénico, tipo Kuroko.	Au/Cu/Pb/Zn	Proyecto	Superficie	Volcánico	Andesita, caliza, arenisca (Formación La Bocana), aglomerados andesíticos y lavas andesíticas (Formación Lancones)	Cretácico superior	Está emplazado en el nivel medio de la Formación La Bocana, consiste de calizas, limoarcillitas y areniscas, intercaladas con lavas dacíticas, en parte hialoclásticas y almohadilladas, además de tobas ignimbríticas dacíticas y andesíticas.
Bolsa del Diablo	9508000	596000	Se ubica a unos 34 km al norte de la ciudad de Las Lomas, dentro del distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, departamento de Piura.	Epitermal de baja sulfuración	Au/Ag/Cu	Mina	Superficie	Intrusivo-volcánico	Vetas de cuarzo emplazadas en la Formación Lancones	Cretácico superior-Paleoceno	La mineralización de Au-Ag se encuentra asociada a cuarzo, con óxidos y baritina. Algunas muestras de roca tienen valores de oro entre 45 g/T y 304 g/T, 141 g/t de plata y 1.1 % de cobre.
Chorreras	9491144	617840	Se ubica en el distrito de Paimas, provincia de Ayabaca, departamento de Piura, en la parte central de la cuenca Lancones.	Epitermal indiferenciado	Au/Cu	Mina	Superficie	Intrusivo-Volcánico	Granodiorita-tonalita Suyo hospedadas en secuencias volcánicas de la Formación La Bocana	Cretácico superior	El yacimiento está relacionado con los pórfidos del Cretáceo superior, constituido por granodioritas y tonalitas con fuerte fallamiento y que han sido rellenados por epitermales de baja sulfuración.

Nombre de depósito	N	E	Ubicación	Tipo de depósito	Elemento	Estado	Método	Tipo de roca	Geología	Edad	Comentario
Pampa Larga	9507300	594000	Se ubica en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.	Epitermal de baja sulfuración	Au	Proyecto	Superficie	Intrusivo	Monzogranito, tonalita y granodiorita.	Cretácico superior-Paleoceno	El sector de Pampa Larga forma parte de la zona periférica del complejo intrusivo anular del Batolito de la Costa, conformado por monzogranito, tonalita y granodiorita.
Pilares	9489366	564985	Se ubica a 20 km al este del distrito de Lancones, provincia de Sullana.	Epitermal de baja sulfuración	Ag/Au/Pb/Mo	Prospecto	Superficie	Volcánico	Formación La Bocana	Cretácico superior-Paleoceno	Las estructuras mineralizadas están emplazadas en secuencias piroclásticas de composición riódacítica de la Formación La Bocana. Las estructuras mineralizadas están conformadas por cuarzo y óxidos de hierro.
Potrero	9501305	589862	Potrero es un sector ubicado en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.	Epitermal indiferenciado	Ag/Au/Pb	Mina	Subterránea	Volcánico	Formación La Bocana	Cretácico superior-Paleoceno	Las vetas están conformadas por cuarzo-goethita-hematita, con relictos de pirita, esfalerita y galena. Dichas estructuras están hospedadas en secuencias volcánicas de la Formación La Bocana.
Quebrada Cabuyal	9498470	591440	Ubicado en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, a 15 km al NE del distrito de Las Lomas.	Epitermal indiferenciado	Au	Mina	Subterránea	Volcánico	Formación Lancones	Cretácico superior-Paleoceno	Actualmente es explotado mediante labores mineras artesanales para la extracción por oro emplazado en secuencias volcánicas félsicas.
Roca Rajada	9505050	610650	Se ubica en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, departamento de Piura.	Epitermal de baja sulfuración	Au	Prospecto	Subterránea	Intrusivo-volcánico	Granodiorita y tonalita del Batolito de la Costa, Formación Lancones	Cretácico superior-Paleoceno	Predominan rocas volcánicas con niveles sedimentarios, tobas piroclásticas de composición andesítica correspondientes a la Formación Lancones. Conforman una mineralización epitermal con concentraciones de oro.
San Sebastián	9500450	587900	Se ubica en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, departamento de Piura.	Epitermal de baja sulfuración	Au	Prospecto	Subterránea	Volcánico	Formación Lancones	Cretácico superior-Paleoceno	En el sector predominan rocas volcánicas y tobas piroclásticas de composición andesítica. Las estructuras mineralizadas tienen cuarzo y tienen orientaciones N130° y E-O, con grosores de 50 cm en promedio.
Suyo	9505758	610580	Se ubica a 5 km al norte del distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.	Epitermal de baja sulfuración	Au	Proyecto	Superficie	Hipabisal	Intrusivos subvolcánicos dacíticos	Cretácico superior-Paleoceno	Las estructuras mineralizadas están conformadas por vetas angostas de cuarzo y sulfuros diseminados, con orientación de N200° a N220°, buzamiento de 60° a 75° al NO y grosores de 10 a 30 cm, emplazadas en intrusivos subvolcánicos dacíticos.

Nombre de depósito	N	E	Ubicación	Tipo de depósito	Elemento	Estado	Método	Tipo de roca	Geología	Edad	Comentario
Rinconada	9483574	615011	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Prospecto	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Quebrada Corral	9488000	616000	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Ocurrencia	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Portillo	9501066	586879	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Ocurrencia	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Malvas	9502642	591026	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Ocurrencia	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Chivatos	9506078	595861	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Ocurrencia	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Morocho 3	9506304	610017	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Ocurrencia	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Alvarado	9507968	595691	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Ocurrencia	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Pueblo Nuevo	9509600	581100	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Prospecto	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Pampas redondas	9515382	613066	-	Epitermal de baja sulfuración	Au	Ocurrencia	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
Rio Macara	9472124	631230	-	Epitermal de alta sulfuración	Au	Prospecto	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
El Overal	9501004	587735	-	Epitermal indiferenciado	Au/Cu	Mina	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
El Overal I	9500456	587941	-	Epitermal indiferenciado	Au/Cu	Mina	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-

Nombre de depósito	N	E	Ubicación	Tipo de depósito	Elemento	Estado	Método	Tipo de roca	Geología	Edad	Comentario
Servilleta	9508000	604000	Se ubica al norte de la ciudad de Las Lomas, en la parte central de la cuenca Lancones, en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.	Epitermal de baja sulfuración	Au/Cu/Ag	Mina	Subterránea	Intrusivo-volcánico	Granodiorita y tonalita, en secuencias volcánicas de la Formación La Bocana	Cretácico superior-Paleoceno	Corresponde a numerosas vetas de cuarzo-oro, de rumbo NE-SO, hospedadas en rocas intrusivas de granodiorita y tonalita emplazadas en secuencias volcánicas del Albiano-Cenomaniano. Las estructuras son controladas principalmente por fallas NE-SO.
Quebrada Salitral	9508930	607135	Se ubica en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.	Epitermal indiferenciado	Au/Cu	Mina	Subterránea	Intrusivo	Granodiorita	Cretácico superior-Paleoceno	El mineral se presenta en vetas de cuarzo de 1 a 5 cm de ancho, en una roca caja granodiorítica, la cual es intruida por varias vetillas con gran contenido de oro, además se observa galena y óxidos de cobre.
Cuchicorral	9504030	616550	El sector de Cuchicorral se ubica en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca.	Vetas	Au/Ag	Mina	Subterránea	Intrusivo-volcánico	Granodiorita y tonalita en la Formación Lancones	Cretácico superior-Paleoceno	Se compone de lavas y piroclastos de composición andesítica, de la Formación Lancones, la que tiene aproximadamente 28 m de espesor en las apófisis de las granodioritas y tonalitas del Cretácico-Cenozoico.
Shashahual	-	-	Se ubica en la comunidad de Chiqueros, provincia de Ayabaca.	Vetas	Au		Subterránea	Volcánico	Formaciones La Bocana y Lancones.	Cretácico superior-Paleoceno	Se observan importantes espesores de rocas volcánicas, con intercalaciones menores de rocas sedimentarias del Cenomaniano, correspondientes a las Formaciones La Bocana y Lancones.
El Naranjo	9498614	581762	-	Vetas	Au	Prospecto	-	-	-	Cretácico superior-Paleoceno	-
El Noque	9495880	580050	Se ubica a 20 km al noroeste del distrito de Las Lomas.	Skarn	Fe/Cu	Prospecto	-	Intrusivo-sedimentario calcáreo	Diorita que intruye a la Formación La Bocana	Cretácico superior-Paleógeno	Existen zonas de oxidación y metamorfismo de contacto, entre un intrusivo diorítico y niveles volcánicos sedimentarios con delgados horizontes calcáreos de la Formación La Bocana.
La Leona	9501545	589616	Se ubica al noroeste del distrito de Las Lomas.	Skarn	Fe/Cu	-	-	Intrusivo-sedimentario calcáreo	Granodiorita que intruye a la Formación La Bocana	Cretácico superior-Paleógeno	Se reconoce un intrusivo granodiorítico, diques dioríticos y niveles volcánicos sedimentarios, además de delgados horizontes calcáreos, correspondientes a la Formación La Bocana.

Nombre de depósito	N	E	Ubicación	Tipo de depósito	Elemento	Estado	Método	Tipo de roca	Geología	Edad	Comentario
Pampas Quemadas	9486940	570270	Se ubica a 10 Km al noroeste del distrito de Las Lomas.	Skarn	Fe/Cu	Proyecto	-	Intrusivo-sedimentario calcáreo	Granodiorita que intruye a la Formación La Bocana	Cretácico superior-Paleógeno	La mineralización se restringe al contacto entre un intrusivo de composición granodiorítica y niveles sedimentarios calcáreos de la Formación La Bocana. Se observa goethita-limonita-magnetita, con escasa presencia de carbonatos-epídota.
Dorado Titán	9458534	485287	Se ubica en un área 12.6 km de playas marinas que se extienden desde la desembocadura del río Chira hacia el Norte.	Placer	Au/Ti	Prospecto	Superficie	Sedimentario	-	-	En el litoral del norte del Perú, se ha identificado los siguientes minerales "pesados": magnetita, ilmenita, zircón, monacita, así como andalucita, rutilo, wolframita, apatito y casiterita.
Coripacha	9469505	652300	-	Diseminado	Au	Proyecto	-	-	-	Cretácico superior	-

Fuente: Base de datos del Ingemmet

**ANEXOS II**  
**MUESTRAS ANÓMALAS RELEVANTES**



**Anexo II**  
**Muestras anómalas relevantes**

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
1	8b-GS-002	554050	9559529	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.7	7	276	0.38	19.4	23.5	83	542	0.02	0.68	25.8	6	<0.01	17.7	0.39	67	<0.1	90	Metamórficos del Paleozoico
2	8b-GS-004	554488	9567210	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.72	14	89	0.23	12.8	23.3	52	531	0.07	0.44	28.3	<5	<0.01	20.2	0.66	28	0.2	99	Metamórficos del Paleozoico
3	8b-GS-005	551461	9571057	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.66	6	125	0.45	25.5	29.6	70	642	<0.01	0.66	35.9	11	<0.01	10.5	0.46	89	<0.1	109	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
4	8b-GS-006	553425	9566033	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.64	7	235	0.59	20.3	38.1	62	823	<0.01	0.77	32.6	<5	<0.01	11.4	0.58	79	<0.1	122	Metamórficos del Paleozoico
5	8b-GS-007	554197	9579291	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.5	5	179	0.34	13.6	21.2	61	638	0.89	0.72	24.5	14	0.03	7.4	0.55	47	<0.1	78	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
6	8b-GS-007a	549516	9578161	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.78	7	968	0.37	14.8	22.2	72	860	0.03	1	28.7	15	0.17	11	0.8	61	<0.1	72	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
7	8b-GS-008	548570	9578944	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.78	8	1098	0.39	15.6	26.2	62	859	0.04	1.08	30.5	10	0.1	11	0.69	59	<0.1	91	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
8	8b-GS-008a	555282	9579582	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.84	8	878	0.43	15.8	23	70	714	0.03	0.99	24.7	9	0.04	9.4	0.71	58	<0.1	81	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
9	8b-GS-009a	552171	9569511	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.68	6	195	0.54	25.1	31.7	78	686	0.09	0.86	35.1	21	0.02	11.4	0.58	101	<0.1	118	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
10	8b-GS-009c	553718	9565852	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.84	13	152	0.22	13.1	21.6	100	440	0.04	0.62	27.4	<5	0.02	16.5	0.54	49	0.2	94	Metamórficos del Paleozoico
11	8b-GS-011	554262	9567133	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.74	11	136	0.28	13.7	21.3	86	448	0.02	0.48	26	7	<0.01	14	0.5	52	0.2	84	Metamórficos del Paleozoico
12	8b-GS-020a	552458	9578470	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.61	4	196	0.55	15.1	30	30	454	0.52	0.6	24.4	21	0.04	9.6	0.64	67	<0.1	105	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
13	8b-GS-021	554711	9596921	Corrales	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.18	15	166	0.81	18.5	30.4	20	800	0.06	1.06	18.8	14	0.03	16	0.81	66	<0.1	112	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
14	8b-GS-023	552651	9578888	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.69	7	284	0.55	16.2	31.5	35	552	<0.01	0.86	30.7	18	0.02	11.2	0.97	64	<0.1	104	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
15	8b-GS-027	547187	9593312	La Cruz	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.24	10	111	0.72	10.3	26.1	15	384	0.05	0.89	14.5	10	0.03	12.5	0.75	46	<0.1	106	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
16	8b-GS-028	539047	9593314	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.27	13	101	0.89	13.1	29.8	17	478	0.08	1.78	17.9	70	0.04	14.2	0.93	53	<0.1	114	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
17	8b-GS-030	537379	9593456	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.95	9	54	0.46	12.2	20.6	16	282	4.51	1.02	17	<5	<0.01	11.6	0.82	35	<0.1	93	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
18	8b-GS-031	546883	9593462	La Cruz	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.63	14	297	1.01	11.5	26.4	14	525	0.05	1.28	15.4	12	0.03	14	0.88	48	<0.1	113	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
19	8b-GS-032	545653	9592134	Zorritos	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.38	12	109	0.92	8.2	23.4	13	336	0.06	1.74	14.2	11	0.02	13.4	1.05	37	<0.1	108	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
20	8b-GS-033	541124	9594293	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.42	12	40	1.08	10.9	26.6	16	317	0.02	2.67	21.6	9	0.06	13.1	1.17	42	<0.1	130	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
21	8b-GS-034	545159	9592196	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.29	10	64	0.91	8.6	20.8	12	243	<0.01	2.07	17	11	0.04	12.5	0.99	35	<0.1	113	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
22	8b-SGQ12-037	537951	9558668	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.88	9	167	0.68	20.5	46.7	44	456	0.06	1.7	44	<5	0.05	15.4	0.36	68	1.5	149	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
23	8b-SGQ12-038	543032	9557975	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.73	7	365	0.69	21.2	37.9	79	676	<0.01	5.12	64.4	<5	0.05	13.2	0.46	78	0.2	136	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
24	8b-SGQ12-044	538042	9560588	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.65	12	150	0.55	17	26.5	130	630	0.05	13.39	88.1	<5	0.04	15.1	1.48	60	0.5	118	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
25	8b-SGQ12-045	537135	9565687	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.64	5	136	0.44	20.5	38.1	44	537	0.03	0.73	44.5	<5	0.03	10.3	0.46	75	0.6	134	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
26	8b-SGQ12-047	538455	9562460	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.36	4	81	0.23	7.5	20.4	243	268	<0.01	3.18	18.1	<5	0.05	7.4	0.62	32	0.3	48	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
27	8b-SGQ12-053	542888	9570557	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.43	4	170	0.24	10.3	16.7	423	336	<0.01	1.27	28.1	10	0.09	5.9	0.41	46	<0.1	46	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
28	8b-SGQ12-064	542009	9569643	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.65	9	180	0.48	14.9	30.1	34	393	0.02	0.94	33.7	<5	0.05	13.3	1	63	0.6	118	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
29	8b-SGQ12-067	548134	9568749	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.8	7	106	0.55	14.4	48.3	31	371	0.03	1	32.1	6	0.11	11.6	0.69	65	0.4	135	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
30	8b-SGQ12-071	546801	9572808	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.46	4	130	0.39	19.2	24.4	32	599	<0.01	0.81	35.9	<5	0.02	8.4	0.6	57	0.7	116	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno



N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
31	8b-SGQ12-076	514468	9501705	Marcavelica	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.34	2	132	0.2	7.6	17.9	56	266	<0.01	4.79	15.1	<5	0.07	4	0.28	34	0.2	45	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
32	8b-SGQ12-077	539877	9573923	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.61	7	169	0.44	15.1	31	33	385	1.38	0.88	31.9	<5	0.04	29.3	0.78	63	0.2	110	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
33	8b-SGQ12-081	532925	9568642	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.67	7	821	0.61	17.5	31.2	32	541	0.03	1.79	32.5	10	0.12	9.2	0.72	62	<0.1	118	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
34	8b-SGQ12-082	535458	9571060	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.67	7	939	0.56	13.2	22.9	23	559	0.04	1.72	25.1	<5	0.06	8.3	0.71	48	<0.1	88	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
35	8b-SGQ12-083	531916	9566830	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.73	6	323	0.62	13.9	30.1	25	499	<0.01	1.47	29.9	<5	0.14	10.2	0.77	55	11.3	107	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
36	8b-SGQ12-090	531710	9578450	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.85	8	94	0.83	8.7	31.5	39	190	0.04	2.71	42.5	<5	0.2	8.6	1.93	52	<0.1	116	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
37	8b-SGQ12-094	533493	9579332	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.53	8	62	0.82	7	22.9	26	167	<0.01	2.23	28.4	<5	0.11	5.5	1.58	40	<0.1	96	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
38	8b-SGQ12-099	536204	9584738	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.94	12	153	1.21	19.3	32.2	25	736	0.02	2.15	30.9	<5	0.05	11.9	1.04	64	<0.1	100	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
39	8b-SGQ12-105	542980	9585110	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.87	14	318	0.99	20.6	27.8	21	710	0.02	1.77	25.5	<5	0.04	9.7	1.43	66	<0.1	110	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
40	8b-SGQ12-107	538820	9586405	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.67	9	57	2.39	10.4	19.2	18	268	0.02	5.87	28.7	<5	0.05	8.7	1.86	37	<0.1	100	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
41	8b-SGQ12-110	544653	9585134	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.18	14	482	0.85	20.9	35.4	20	762	0.04	2	26.2	<5	0.04	9.9	1.12	68	0.2	113	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
42	8b-SGQ12-113	537435	9586885	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.74	10	125	1.36	17.6	25.9	25	540	0.02	3.18	33.2	<5	0.05	8.9	1.39	57	<0.1	102	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
43	8b-SGQ12-115	535834	9587595	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.8	10	122	2.06	13	24.5	21	382	0.02	5.32	33.9	<5	0.07	9.9	1.84	46	<0.1	106	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
44	8b-SGQ12-125	525588	9581187	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.14	14	149	1.24	14.6	38	21	458	<0.01	4.77	34.3	<5	0.09	11.9	1.81	59	<0.1	107	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
45	8b-SGQ12-127	517790	9562336	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.78	8	742	0.36	16.6	31.2	33	898	0.05	0.95	35.6	<5	0.09	12.8	0.84	58	<0.1	107	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
46	8b-SGQ12-128	509529	9558036	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.67	7	182	0.64	10	26.9	25	337	0.03	3.36	34.6	<5	0.3	7.4	2.13	39	<0.1	107	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
47	8b-SGQ12-129	521677	9571182	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.8	7	626	0.74	17.6	35.7	32	1184	0.03	1.39	36.6	<5	0.08	10.6	0.7	72	<0.1	117	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
48	8b-SGQ12-131	523678	9584212	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.52	18	271	2.31	22.2	33.3	20	1330	0.02	3.26	36.5	<5	0.07	13.3	1.43	73	<0.1	125	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
49	8b-SGQ12-133	521814	9566372	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.8	6	304	0.69	12.6	36	115	396	<0.01	7.44	76.2	78	0.09	12.6	0.71	50	<0.1	122	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
50	8b-SGQ12-134	528054	9570698	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.86	7	586	0.56	14.8	38.5	85	503	<0.01	4.82	64.1	<5	0.06	11.4	0.91	59	<0.1	132	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
51	8b-SGQ12-136	510120	9565150	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.53	5	164	0.45	13	32.6	61	342	0.03	3.3	50.4	<5	0.06	10.8	0.79	45	<0.1	108	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
52	8b-SGQ12-137	509850	9557868	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.64	9	333	0.97	14.5	28.4	24	798	0.03	2.19	35.4	<5	0.28	8.1	1.37	47	<0.1	100	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
53	8b-SGQ12-139	523678	9575226	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.98	13	382	1.47	23.5	46.4	45	1031	0.04	2.98	66.2	<5	0.25	12.5	1.64	71	<0.1	168	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
54	8b-SGQ12-140	525600	9580061	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.97	11	310	1.34	19.9	40.7	38	757	0.04	2.69	46.7	<5	0.11	12.2	1.55	70	<0.1	125	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
55	8b-SGQ12-143	514504	9560611	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.53	6	157	0.59	11.8	30.5	25	374	0.04	1.92	29.6	<5	0.07	10.3	0.95	46	1	103	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
56	8b-SGQ12-143a	513037	9564529	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.62	6	244	0.5	13.6	41.1	26	368	<0.01	1.43	30.2	28	0.1	13.4	0.53	49	7.6	140	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
57	8b-SGQ12-144	524300	9575822	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.78	9	150	1.29	15.2	35.8	41	626	0.05	3.42	49.5	<5	0.15	9.3	1.45	61	0.2	129	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
58	8b-SGQ12-147	520268	9562887	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.39	3	564	0.15	7.9	26	364	426	0.05	5.73	24.4	7	0.04	6.1	0.38	30	<0.1	40	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
59	8b-SGQ12-149	518513	9567396	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.45	3	239	0.29	8.8	20.6	393	365	0.02	1.52	29.3	<5	0.09	7.4	0.57	46	<0.1	62	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
60	8b-SGQ12-150	525207	9571078	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.53	3	163	0.32	8.8	25.1	46	584	<0.01	10.14	29.8	<5	0.12	7.2	0.38	41	0.2	60	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
61	8b-SGQ12-152	521518	9567714	Zorritos	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.45	4	173	0.3	8.2	27.6	305	404	0.04	5.15	25.5	<5	0.02	6.6	0.41	35	0.3	58	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
62	8c-GS-004	582434	9576820	Pampas De Hospital	Zarumilla	Tumbes	-	0.65	7	87	0.3	10.5	24.5	26	551	1.7	0.43	19.6	14	<0.01	18.9	1.07	20	<0.1	55	Metamórficos del Paleozoico
63	8c-GS-008	583807	9575474	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	-	0.51	5	81	0.33	9.6	21.8	24	488	0.11	0.26	16.1	16	0.06	16.4	0.66	20	<0.1	49	Metamórficos del Paleozoico
64	8c-GS-012a	586497	9597263	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.32	3	94	0.42	9.1	117.7	16	649	0.02	0.28	13.3	<5	0.09	13.3	1.21	18	<0.1	442	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
65	8c-GS-014	580074	9588437	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.15	<1	87	0.09	8.3	22	220	311	0.31	4.19	21.9	<5	0.02	11	1.76	38	0.2	58	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
66	8c-GS-014a	582943	9591045	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.11	<1	58	0.08	2.8	8.2	248	99	0.44	2.9	9.9	<5	<0.01	5.4	0.59	11	0.2	18	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
67	8c-GS-015	588910	9595679	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.11	<1	84	0.14	3.5	7.4	229	164	<0.01	3.48	11.2	10	0.02	4	0.46	6	0.2	10	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
68	8c-GS-018	583803	9583000	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.3	3	64	0.07	6.3	14.3	278	234	0.04	3.21	17.4	6	<0.01	8.3	1.29	27	0.8	41	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
69	8c-GS-021	588814	9592314	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.25	4	82	0.16	7.5	15.6	281	321	1.37	3.19	18.3	12	<0.01	9.1	1.46	35	0.3	49	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
70	8c-GS-022	582821	9584103	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.27	4	63	0.13	6.8	16.1	258	272	<0.01	2.91	17.5	10	<0.01	10	1.33	32	<0.1	45	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
71	8c-GS-023	580889	9593786	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.14	<1	63	0.19	4.4	8.5	358	222	0.06	3.76	11.2	10	<0.01	6.2	0.58	15	0.2	15	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
72	8c-GS-023a	579129	9591930	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.14	2	53	0.08	2.9	7.1	369	160	<0.01	3.8	10.6	12	<0.01	5.4	0.43	11	0.2	10	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
73	8c-GS-024a	586220	9597412	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.11	2	102	0.28	6.6	10.1	315	339	0.03	3.31	13.7	14	<0.01	7.8	1	24	<0.1	28	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
74	8c-GS-025	582350	9591395	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.11	<1	86	0.2	9.4	19.1	298	303	<0.01	3.27	20.3	6	<0.01	9.2	2.15	48	<0.1	59	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
75	8c-GS-027	580125	9592002	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.12	<1	45	0.33	2.6	11.5	326	106	0.14	2.91	9.9	24	0.03	6.8	1.06	16	<0.1	18	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
76	8c-GS-028	589658	9589948	Matapalo	Zarumilla	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.29	4	52	0.02	4.9	10.2	259	185	0.06	2.58	13.9	19	<0.01	6.6	0.79	22	0.3	29	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
77	8c-GS-046	573187	9560638	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.34	2	107	0.11	2.5	8.8	354	67	0.04	3.56	14.3	11	0.08	5.8	0.38	20	0.2	32	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
78	8c-GS-052	573928	9558446	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.51	3	152	0.21	6.2	16.9	181	221	0.11	3.08	17.7	8	0.06	10	0.58	32	0.2	63	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
79	8c-GS-053	575670	9561060	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.26	<1	56	0.12	2.6	8	352	114	3.46	3.83	13.8	11	0.02	5.5	0.35	17	0.4	31	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
80	8c-GS-053a	571221	9559691	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.28	2	98	0.15	4.5	11.5	274	139	0.02	2.8	15.4	8	0.03	8.7	0.45	26	0.2	48	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
81	8c-GS-057	577523	9559852	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.37	2	101	0.18	4.6	14.6	305	166	<0.01	3.07	14.7	12	0.03	7.8	0.4	37	<0.1	48	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
82	8c-GS-058	575170	9561968	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.53	2	116	0.32	4.4	13.3	240	97	<0.01	2.38	18.4	17	0.02	9.6	0.5	45	<0.1	74	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
83	8c-GS-062	574569	9567185	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	1.64	6	944	2.71	9.5	30.5	106	169	0.09	9.11	38.5	8	0.08	12.1	4.69	170	<0.1	193	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
84	8c-GS-063	572157	9566816	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	1.17	6	271	1.52	7.8	23.7	231	466	0.07	5.65	33.2	9	0.09	11.6	1.08	85	<0.1	127	Metamórficos del Paleozoico
85	8c-GS-064	568802	9562582	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	1.51	8	726	1.86	10	27.2	115	459	0.09	5.39	35.5	13	0.07	16.2	1.45	104	<0.1	166	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
86	8c-GS-065	574609	9569835	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	1.47	11	333	1.97	10.5	30.8	158	485	0.08	6.44	35.3	7	0.07	16.7	1.44	108	<0.1	179	Metamórficos del Paleozoico
87	8c-GS-066	570320	9563712	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	1.4	7	277	2.02	9.3	24.4	132	269	0.08	4.82	34.2	12	0.05	15	1.49	100	<0.1	176	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
88	8c-GS-067	559902	9559902	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.86	6	943	0.63	12.9	35.5	143	386	2.01	2.34	36.5	7	0.06	18.1	0.67	62	0.9	166	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
89	8c-GS-069	557489	9572108	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	9.4	320	147	7.73	13	348.9	68	834	0.28	4.45	15	156	2.03	187.6	0.53	76	0.2	1096	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
90	8c-GS-070	574448	9567778	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	1.75	10	442	2.41	10.4	28.3	64	485	0.11	5.92	35.4	<5	0.19	16.2	1.65	125	<0.1	184	Metamórficos del Paleozoico
91	8c-GS-071	568589	9562816	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.82	8	303	0.29	10.1	20.4	69	503	0.13	1.41	24.4	<5	0.07	22.3	0.5	30	<0.1	100	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
92	8c-GS-072	567326	9559903	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	1.02	7	354	1.18	8.4	123.1	91	325	0.69	3.59	33.2	<5	0.07	15.3	1.09	70	<0.1	121	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior

Nº	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litestratigráfico
93	8c-GS-074a	557193	9562859	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.83	12	118	0.64	12.5	22.6	106	617	0.03	1.37	24.5	6	0.03	30.7	0.48	47	<0.1	115	Metamórficos del Paleozoico
94	8c-GS-075	566844	9559930	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	20.3	1119	189	18.5	18.3	881.3	80	1024	0.38	8.29	18.6	401	5.14	360.3	0.67	89	1.8	2775	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
95	8c-GS-076	563925	9558412	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.03	12	291	0.62	9	35.6	99	260	0.06	2.32	30.4	<5	0.27	14.1	0.52	96	<0.1	143	Metamórficos del Paleozoico
96	8c-GS-079	561350	9557835	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.84	7	388	0.84	11.4	29	69	353	<0.01	2.55	36	6	0.18	14.6	1.85	65	<0.1	139	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
97	8c-GS-080	556596	9569825	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	9.69	395	150	7.07	13.7	341.4	84	772	0.15	5.14	15.4	161	2.2	176.3	0.57	75	0.3	1006	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
98	8c-GS-082a	560328	9561780	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.69	6	102	0.43	8.5	14.9	85	208	0.05	0.99	19.6	17	0.04	20.3	0.42	29	<0.1	110	Metamórficos del Paleozoico
99	8c-GS-086	557710	9573303	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	11.8	514	156	10.3	14	419.6	59	765	0.21	5.17	14.4	175	3.03	220.8	0.54	75	0.4	1304	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
100	8c-GS-090	560821	9574598	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	17.8	687	159	13.1	15.1	581.1	31	807	0.75	3.85	14.6	210	5.16	429.2	0.55	79	0.6	1683	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
101	8c-GS-090c	559534	9573623	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	13.9	944	158	11.9	14.1	524	66	788	0.16	6.52	14.9	322	3.21	249.2	0.49	77	1.2	1579	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
102	8c-GS-093	563026	9574759	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.53	12	85	0.13	10	21.5	91	324	2.15	1.09	25	<5	0.12	18.1	1.05	44	3.3	82	Metamórficos del Paleozoico
103	8c-GS-095	557515	9577606	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.92	12	140	0.74	12.6	32.3	76	525	0.05	2.09	21.2	7	0.14	16.7	1.01	101	<0.1	107	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
104	8c-GS-096	556087	9579528	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	26.8	1372	149	22.2	20.1	969.4	42	1099	2.15	5.59	18.4	439	8.19	545.2	0.6	82	1.1	2503	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
105	8c-GS-097	563008	9574730	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.83	15	69	0.24	8.1	23.1	48	280	0.15	0.95	24.5	10	0.45	17.6	0.6	23	0.4	93	Metamórficos del Paleozoico
106	8c-GS-098	560249	9576573	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	63.4	4222	100	51	28.4	2022	45	1436	1.16	14.55	22.3	1633	<0.01	1367	0.63	72	6.6	5785	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
107	8c-GS-101	556728	9578116	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	20.6	3002	193	11.7	17.8	606.8	43	680	1.07	7.36	21.4	1990	6.3	502.8	0.64	78	3.9	1562	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
108	8c-GS-102	557543	9581975	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.89	16	468	0.5	12.7	23.7	52	683	1.11	1.62	22.3	7	0.27	12.7	0.68	60	<0.1	83	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
109	8c-GS-103	560824	9584873	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	43.4	3453	120	34.3	25.4	1596	29	1167	0.76	8.49	20.8	932	<0.01	902.8	0.51	57	4.2	3918	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
110	8c-GS-105	560555	9580657	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	16.6	901	175	12.8	16.7	606.9	33	871	0.78	3.99	16.2	270	5.21	371.1	0.6	76	0.6	1543	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
111	8c-GS-106	560312	9583394	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	19.9	1034	179	15.5	16.3	702.4	24	861	0.26	5.08	16.2	327	4.99	369.8	0.62	58	0.9	1814	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
112	8c-GS-107	559630	9578598	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.43	13	113	0.25	11.1	29.4	85	510	2.52	1.15	23	<5	0.25	19.2	3.22	78	0.5	91	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
113	8c-GS-108	556300	9584907	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.55	8	96	0.46	12.6	18.4	43	461	1.6	1.33	14.4	9	0.08	7.5	0.76	53	<0.1	67	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
114	8c-GS-112	560634	9578767	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	14.7	542	155	10.9	14.7	520.9	37	813	11.4	2.67	14.3	181	4.24	340	0.49	90	0.3	1329	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
115	8c-GS-114	558583	9589910	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.22	14	143	0.53	9.7	18.8	54	831	0.09	1.2	11.6	<5	0.12	11	0.45	55	<0.1	63	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
116	8c-GS-115	561620	9590041	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	19.4	743	169	14.6	16.2	680.7	55	964	0.49	4.2	16.3	228	5.3	383.8	0.52	80	0.5	1866	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
117	8c-GS-117	559237	9592565	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.47	12	395	0.6	7.3	19.3	48	537	0.27	1.4	11	<5	0.28	15	0.64	38	<0.1	69	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
118	8c-GS-118	566495	9590171	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.68	8	181	0.34	10.8	18.5	88	647	0.23	1.48	14.8	<5	0.06	12.5	0.89	105	<0.1	59	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
119	8c-GS-119	556264	9594603	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.12	8	196	0.42	6.4	13.7	80	403	2.24	1.34	9.7	<5	0.07	10.4	0.48	49	<0.1	52	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
120	8c-GS-122a	566663	9584252	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.12	23	106	0.14	10.3	21.2	122	491	<0.01	1.38	23.8	<5	0.03	9.9	1.86	59	1.5	71	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
121	8c-GS-123a	570606	9583378	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.26	36	106	0.06	8	17.2	104	378	0.06	1.29	17.4	7	0.03	10.4	1.3	50	3.2	48	Metamórficos del Paleozoico
122	8c-GS-125	569150	9582264	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.24	41	146	0.09	12.2	24.8	97	516	0.15	1.02	28.2	11	0.03	12	1.29	63	1.2	88	Metamórficos del Paleozoico
123	8c-GS-125a	574990	9581936	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.2	7	75	0.07	7.6	15	77	317	1.25	0.84	18.4	8	0.02	11.4	1.47	41	3	55	Metamórficos del Paleozoico
124	8c-GS-126	573477	9575270	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.59	8	67	0.17	8.1	15.4	117	301	0.71	1.55	19.8	<5	0.06	12.8	0.53	24	<0.1	43	Metamórficos del Paleozoico
125	8c-GS-128	568335	9589081	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.54	6	198	0.33	12.8	24.9	60	578	0.34	1.78	21.4	<5	0.03	13.4	1.33	54	<0.1	67	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
126	8c-GS-129	566331	9587800	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.44	5	142	0.29	13.7	30.9	136	703	4.41	2.29	28.7	<5	0.02	14.9	2.24	83	<0.1	83	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
127	8c-GS-131	573523	9578057	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.47	20	74	0.21	10.6	18.3	79	384	0.33	1.27	24.8	<5	0.03	15.1	1.01	27	14.1	54	Metamórficos del Paleozoico
128	8c-GS-138	574641	9581993	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.24	7	66	0.09	8.3	16.2	83	343	0.06	1.33	21.2	<5	<0.01	11	1.55	29	3.8	49	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
129	8c-GS-142	572808	9582451	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.56	21	71	0.11	9.8	18.6	112	344	<0.01	1.92	26	<5	<0.01	14.4	1.04	27	10	55	Metamórficos del Paleozoico
130	8c-GS-145	570001	9583218	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.25	33	96	0.09	10.8	20.1	152	422	0.05	1.98	28.2	7	0.05	10	1.44	45	0.2	64	Metamórficos del Paleozoico
131	8c-GS-149a	578230	9580276	Pampas De Hospital	Tumbes	Tumbes	-	0.28	8	65	0.13	8.4	17.5	73	303	<0.01	1.02	21.5	6	<0.01	11.4	1.79	28	2	60	Metamórficos del Paleozoico
132	9a-SGQ12-002	498391	9504847	Pariñas	Talara	Piura	-	0.47	9	133	1.16	14	24.6	35	415	0.09	1.31	31.9	<5	0.17	15.1	1.57	74	<0.1	92	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
133	9a-SGQ12-006	489342	9503239	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.77	9	226	0.61	11.1	28.6	46	357	0.02	5.78	47.2	12	0.09	16.2	0.96	51	<0.1	114	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
134	9a-SGQ12-007	499655	9506963	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.01	15	199	0.59	10.5	26.4	21	374	0.12	2.86	30.2	<5	0.08	20.8	0.84	56	<0.1	117	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
135	9a-SGQ12-009	490626	9503767	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.59	5	290	0.72	21.1	34.2	38	730	0.14	1.47	35.9	<5	0.1	10.2	0.63	114	<0.1	110	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
136	9a-SGQ12-010	496565	9505806	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.9	13	127	0.74	8.8	22.6	23	350	0.04	3.21	30.2	<5	0.09	18.5	0.94	48	<0.1	108	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
137	9a-SGQ12-012	494080	9507175	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.98	14	266	0.72	10.7	25.7	20	381	0.03	2.76	30.3	<5	0.07	20.1	1.01	55	0.2	124	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
138	9a-SGQ12-014	492268	9506070	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.84	12	141	0.59	9.8	23.1	24	372	0.04	4.44	30.3	<5	0.07	17.8	0.86	46	<0.1	103	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
139	9a-SGQ12-017	498962	9522114	El Alto	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.71	8	1113	0.85	19	38	28	411	0.03	3.53	49.7	<5	0.11	12	0.84	46	<0.1	148	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
140	9a-SGQ12-018	495732	9516742	El Alto	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.9	10	2836	0.69	17.5	35.3	24	705	<0.01	2.98	31.8	<5	0.04	15.2	0.71	73	<0.1	128	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
141	9a-SGQ12-021	495749	9516425	El Alto	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.58	6	391	0.46	13.3	31.8	19	382	0.02	1.08	25.1	30	0.02	12.8	0.77	52	<0.1	108	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
142	9b-GS-002	543498	9534085	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.19	14	120	0.31	7.5	21.3	90	257	0.05	1.96	24.3	<5	0.03	20.4	1.47	37	0.7	93	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
143	9b-GS-002a	551119	9543410	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	5.34	23	212	2.4	9.4	25.8	80	375	0.4	15.1	74.2	<5	0.05	24.3	6.93	107	0.2	260	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
144	9b-GS-004	548165	9538158	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.08	7	209	0.27	6.7	23	83	149	0.67	1.65	22.9	<5	0.07	20.6	1.44	38	1.2	92	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
145	9b-GS-004a	542935	9532860	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.31	16	143	0.44	7.9	25.6	75	248	0.13	1.94	27.3	6	0.06	24.6	1.86	31	0.5	110	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
146	9b-GS-005	551078	9542441	San Jacinto	Sullana	Tumbes	-	0.86	5	1225	0.64	15.2	41.1	82	337	0.04	1.65	41.3	<5	0.09	11	0.52	80	<0.1	140	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
147	9b-GS-006	552259	9551336	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.85	9	136	0.46	13.4	21.5	76	442	0.05	1.18	24.3	<5	0.03	24.9	0.66	31	<0.1	70	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
148	9b-GS-006a	555079	9548993	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.93	6	473	0.57	16.1	50.3	66	346	0.02	1.87	54.4	<5	0.06	16.2	0.55	72	0.4	161	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
149	9b-GS-008	543461	9533913	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.36	16	129	0.47	7.7	24.7	96	305	0.16	2.14	25.9	6	0.08	22.3	1.58	32	0.6	104	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
150	9b-GS-009	554735	9550931	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.9	7	758	0.7	18.7	45	68	397	0.15	2.82	50.7	7	0.08	16.9	0.85	67	<0.1	157	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
151	9b-GS-010a	547400	9537929	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.73	16	103	0.4	9.2	19.2	73	283	2.07	1.15	28.4	<5	0.07	30.5	1.43	35	0.5	145	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
152	9b-GS-011	554514	9547279	San Jacinto	Sullana	Tumbes	-	1.15	7	526	0.72	21.4	59.7	78	491	0.1	1.85	62	<5	0.07	14.4	0.52	107	0.2	181	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
153	9b-GS-012	552218	9545312	San Jacinto	Sullana	Tumbes	-	7.3	22	284	4.74	9.8	34.7	83	467	0.08	35.57	86	<5	0.03	13.1	3.34	248	<0.1	408	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
154	9b-GS-013	553186	9546636	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.05	7	459	0.93	12.1	34.4	63	323	0.05	2.87	43.7	8	0.08	10.8	1.17	61	<0.1	132	Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior
155	9b-GS-014	544280	9534365	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.12	13	92	0.26	6.9	18.7	92	220	0.05	1.98	23.5	8	0.05	17	1.13	30	0.5	90	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
156	9b-GS-015	551805	9544302	San Jacinto	Sullana	Tumbes	-	0.51	3	154	0.93	4.7	19.2	41	130	0.06	1.47	21.7	<5	0.08	5.9	1.92	26	<0.1	62	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
157	9b-GS-015a	548519	9539413	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.4	8	196	0.94	8.2	14.8	104	355	0.42	3.92	29.5	7	0.05	16	1.5	36	0.2	104	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
158	9b-GS-016	552260	9551222	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	1.49	8	349	0.43	13.8	35.5	126	390	0.09	9.64	81.6	14	0.48	38.7	0.43	43	0.2	94	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
159	9b-GS-019a	542773	9532988	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	2.06	19	163	0.36	10.4	35	170	271	0.09	21.01	124.8	11	0.37	52.3	1.35	37	1.4	120	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
160	9b-SGQ12-026	539236	9543550	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	-	0.19	2	60	0.09	5.2	8.7	283	329	0.03	0.79	14.1	<5	0.02	10.8	1.62	19	0.3	34	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
161	9b-SGQ12-027	543307	9549643	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.35	8	65	0.14	4.9	16	38	376	0.08	8.06	16.2	<5	0.02	12.6	3.25	21	1	43	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
162	9b-SGQ12-028	538806	9546890	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.33	8	55	0.09	4.4	18.9	298	361	0.09	4.24	13.4	<5	<0.01	10.6	2.33	17	0.6	35	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
163	9b-SGQ12-030	537587	9558409	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.41	5	81	0.21	7.4	16.3	320	299	0.05	1.44	21.7	<5	0.06	7.8	0.72	38	0.2	49	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
164	9b-SGQ12-031	538106	9551139	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.32	10	71	0.13	6.3	16.3	33	409	0.1	6.1	16.6	<5	0.02	16.3	2.39	31	0.5	69	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
165	9b-SGQ12-032	533765	9550653	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.67	13	125	0.97	14	34.1	39	352	0.04	2.14	41.3	<5	0.04	11.3	0.74	67	0.3	148	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
166	9b-SGQ12-037	539655	9543727	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	-	0.88	5	66	0.19	5.5	9.6	287	292	0.12	0.68	14.5	<5	0.03	16.1	2.39	21	0.3	41	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
167	9b-SGQ12-038	533838	9551018	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.7	14	138	0.87	15.8	36.2	44	374	0.06	2.15	42.3	<5	0.03	12.8	0.99	73	0.2	151	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
168	9b-SGQ12-068	528818	9547946	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.81	9	185	0.59	12.3	44.2	32	389	<0.01	1.38	30.3	<5	0.04	17.6	0.74	62	3.6	146	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
169	9b-SGQ12-069	532592	9545272	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.29	6	93	0.15	8.3	19.2	31	643	0.07	1.48	17.2	<5	0.04	21.9	5.8	42	0.3	77	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
170	9b-SGQ12-073	532200	9543872	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.4	14	94	0.23	8.6	21.1	31	760	0.15	1.38	16.6	<5	0.04	29.5	5.76	43	0.6	82	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
171	9b-SGQ12-077	529297	9548040	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.61	7	105	0.79	13.9	39	48	345	0.03	1.87	46.2	<5	0.02	11.4	0.61	70	0.2	153	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
172	9b-SGQ12-079	523253	9555884	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.69	6	345	0.62	15.6	26.3	28	702	0.03	1.67	25	6	0.04	13.9	0.4	73	0.9	97	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
173	9b-SGQ12-080	525397	9545214	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	-	0.69	7	110	0.62	12.8	41	42	413	0.06	1.27	36.9	<5	<0.01	13.5	0.38	63	0.2	136	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
174	9b-SGQ12-083	530184	9549570	Casitas	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.85	8	162	0.66	17.1	42.9	49	514	0.03	1.4	40.4	<5	<0.01	15.3	0.7	78	0.4	144	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
175	9b-SGQ12-098	506205	9556566	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.55	7	144	0.54	9.4	33.1	27	281	0.02	2.51	30.3	<5	0.19	9	1.42	40	<0.1	97	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
176	9b-SGQ12-099	507014	9556447	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.64	9	865	0.78	13.5	31.3	34	757	0.02	4.21	34.9	<5	1.34	8.6	1.65	68	0.2	94	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
177	9b-SGQ12-102	524434	9530568	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.51	12	116	0.36	14.4	29	29	436	0.06	0.59	25.1	<5	0.09	30.9	0.89	34	0.8	102	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
178	9b-SGQ12-108	534542	9536147	Lancones	Sullana	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.51	15	82	0.2	9	29	24	897	0.17	0.69	11.9	6	0.06	30.9	5.98	48	0.4	96	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
179	9b-SGQ12-110	522207	9529574	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.5	17	68	0.23	10.9	21.5	33	334	0.02	0.75	26.9	<5	0.11	37.8	0.79	38	0.2	117	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
180	9b-SGQ12-125	522586	9538094	Marcavelica	Contralmirante Villar	Tumbes	-	0.62	13	61	0.24	8.2	27.9	27	481	0.06	0.68	16.5	11	0.04	25.7	2.92	32	0.3	73	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
181	9b-SGQ12-126	531721	9536671	Casitas	Sullana	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.55	16	82	0.24	9.2	31.1	26	744	0.19	0.91	11.6	<5	0.07	26.1	7.27	44	0.7	89	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
182	9b-SGQ12-127a	521661	9534385	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.47	12	62	0.31	8	14.6	18	442	0.13	0.83	16	23	0.06	36.2	0.44	13	<0.1	93	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
183	9b-SGQ12-135	515183	9541505	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.8	9	406	1.17	21.9	92.3	41	792	<0.01	3.05	37.5	8	0.11	13.5	0.62	84	<0.1	128	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litostratigráfico
184	9b-SGQ12-136a	505689	9525982	El Alto	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.04	7	422	1.33	14	46.1	26	339	0.06	2	32.4	<5	0.06	12.5	0.56	80	<0.1	147	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
185	9b-SGQ12-138	516114	9529529	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.65	8	93	0.26	13.6	20.7	24	816	0.02	0.95	28.8	<5	0.04	33.2	0.37	22	<0.1	112	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
186	9b-SGQ12-141	513097	9533902	Marcavelica	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.61	5	223	1.29	15.6	37.3	43	300	0.06	1.82	45.2	<5	0.21	11.4	0.36	71	0.5	159	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
187	9b-SGQ12-143	516178	9529136	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.82	11	96	0.22	15.8	21.6	24	808	<0.01	0.73	29.2	<5	0.05	36	0.47	28	<0.1	120	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
188	9b-SGQ12-149	512715	9533997	Marcavelica	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.88	7	131	1.36	13.4	50.2	29	326	0.04	1.82	33.3	<5	0.09	13.8	0.63	72	<0.1	155	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
189	9b-SGQ12-151	505649	9535273	Máncora	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.46	7	142	0.52	11.5	29.5	25	225	<0.01	1.4	29.5	6	0.18	8.8	0.64	30	<0.1	109	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
190	9b-SGQ12-154	503675	9526744	El Alto	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.11	10	2872	1.17	17.3	40.3	24	604	0.02	2.96	33	<5	0.07	17.7	0.63	79	<0.1	146	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
191	9b-SGQ12-156	516200	9527154	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.76	12	92	0.27	14.7	28.2	24	667	0.02	1	29.6	7	0.06	41.4	0.35	30	0.4	114	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
192	9b-SGQ12-167	502658	9538171	Máncora	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.51	8	118	0.54	14.3	38.5	32	268	0.02	1.39	32.6	<5	0.2	9.7	0.66	48	<0.1	125	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
193	9b-SGQ12-169	502332	9544603	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.52	9	263	0.47	11.7	40	27	449	0.02	1.4	24.9	25	0.06	12.3	0.68	45	<0.1	90	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
194	9b-SGQ12-171	503799	9542425	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	-	0.56	9	167	0.49	11.9	33	30	400	0.04	1.2	25.2	<5	0.46	12.7	0.73	49	<0.1	101	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
195	9b-SGQ12-172	501522	9535353	Los Órganos	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.48	7	143	0.56	12.1	31.6	29	239	0.03	1.43	33.8	<5	0.2	8.9	0.75	40	<0.1	111	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
196	9b-SGQ12-173	506056	9544410	Canoas De Punta Sal	Contralmirante Villar	Tumbes	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.48	6	183	0.51	10.7	26.7	26	218	0.02	1.46	32	<5	0.19	8	0.69	28	<0.1	108	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
197	9b-GS-177	531605	9524073	Lancones	Sullana	Piura	-	0.79	13	45	0.24	13.9	21.3	22	319	0.27	0.58	26.3	<5	0.05	53.1	0.82	28	<0.1	114	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
198	9b-GS-180	531616	9520923	Lancones	Sullana	Piura	-	1.41	10	239	0.9	9.6	22.7	16	267	0.07	7.43	30.7	<5	0.05	25.1	0.92	59	<0.1	112	Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior
199	9b-GS-189	537609	9525546	Lancones	Sullana	Piura	-	0.73	2	267	0.75	6.3	29.3	11	258	0.07	0.82	20.5	<5	0.19	9.8	0.69	32	<0.1	66	Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior
200	9b-GS-190	533011	9521806	Lancones	Sullana	Piura	-	1.42	10	279	0.56	12.8	31.8	20	348	0.08	2.52	26.9	<5	0.1	30.7	0.65	51	<0.1	128	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
201	9b-SGQ12-201	551551	9519988	Lancones	Sullana	Piura	-	1.03	7	229	1.16	14.9	55.1	28	483	0.02	1.23	40.2	<5	0.12	18.3	0.53	91	62	358	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
202	9b-SGQ12-203	544980	9516713	Lancones	Sullana	Piura	-	1.26	6	313	0.91	12.7	45.5	26	387	0.02	1.42	47.1	<5	0.19	14.3	0.68	97	<0.1	197	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
203	9b-SGQ12-209	533935	9508856	Lancones	Sullana	Piura	-	4.8	4	306	0.46	15.5	59.6	25	571	0.03	1.15	24.6	6	0.12	12.9	0.69	74	0.4	135	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
204	9b-SGQ12-211	533376	9502987	Marcavelica	Sullana	Piura	-	2.85	5	415	0.6	23.6	53.4	36	1142	0.07	1	53.4	6	0.19	12.1	0.7	94	0.2	115	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
205	9b-SGQ12-212a	538348	9512099	Lancones	Sullana	Piura	-	3.11	6	188	1.25	20.9	49.6	48	687	0.07	1.52	31.3	6	0.21	12.7	1.07	122	<0.1	154	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
206	9b-SGQ12-220	538414	9509190	Lancones	Sullana	Piura	-	1.14	8	210	1.05	21.5	54.2	47	748	0.02	1.37	46.8	6	0.05	16.5	0.78	145	0.3	188	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
207	9b-SGQ12-222	537807	9506902	Lancones	Sullana	Piura	-	1.36	6	359	0.6	20.5	65.8	31	749	0.07	1.02	41.1	7	0.12	13.7	0.61	98	<0.1	155	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
208	9b-SGQ12-224	540091	9504435	Lancones	Sullana	Piura	-	1.23	7	203	0.65	18	62.2	61	532	<0.01	2.17	58.8	<5	0.12	19.1	0.73	112	4.3	143	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
209	9b-GS-228	545246	9528688	Lancones	Sullana	Piura	-	1.01	3	523	0.55	8.8	35.9	26	297	0.07	1.28	27.2	8	0.38	12.5	0.49	46	<0.1	74	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
210	9b-GS-233	554732	9532551	Lancones	Sullana	Piura	-	0.95	6	421	0.48	11	37	23	300	0.06	1.26	37.2	<5	0.3	16.9	0.39	46	<0.1	130	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
211	9b-SGQ12-237	546379	9508436	Lancones	Sullana	Piura	-	5.88	6	186	0.56	15	46.1	28	467	0.03	1.06	28	7	0.1	11.9	0.48	85	<0.1	124	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
212	9b-SGQ12-246	553879	9503436	Lancones	Sullana	Piura	-	0.84	4	177	0.51	13.8	39	26	546	<0.01	1.14	23.4	<5	0.12	11.5	0.6	104	0.5	105	Volcánico sedimentarios del Cretácico

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
213	9b-SGQ12-247	549185	9507747	Lancones	Sullana	Piura	-	3.01	7	153	0.49	24.2	65.7	65	585	<0.01	1.24	104.8	9	0.06	15.1	0.71	104	0.3	129	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
214	9b-SGQ12-251	553768	9526120	Lancones	Sullana	Piura	-	4.53	8	181	0.73	14.5	55.3	29	496	0.03	0.88	27.4	7	0.1	12.9	0.54	91	0.2	149	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
215	9b-GS-252	549368	9530620	Lancones	Sullana	Piura	-	0.83	5	261	0.68	9.9	41	15	368	0.06	0.73	21.6	<5	0.22	11.2	0.58	72	0.2	88	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
216	9b-SGQ12-253	553880	9530063	Lancones	Sullana	Piura	-	5.82	7	223	0.76	13.2	59.4	31	479	0.07	0.99	30.1	9	0.13	13.6	0.65	99	0.3	158	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
217	9b-SGQ12-255a	554615	9521992	Lancones	Sullana	Piura	-	2.03	7	212	0.8	12.4	42.8	28	330	0.19	1.08	33.3	<5	0.07	14.9	0.43	69	<0.1	170	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
218	9b-SGQ12-261	525035	9504675	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.58	6	498	0.91	12	46.8	24	433	0.08	1.43	29.8	<5	0.08	12.6	0.55	82	<0.1	173	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
219	9b-SGQ12-266	515522	9522218	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.74	17	65	0.25	12.1	21.3	29	353	0.05	0.47	22.2	<5	0.05	34.7	1.1	28	0.3	115	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
220	9b-SGQ12-267	513084	9519119	Pariñas	Talara	Piura	-	0.65	19	57	0.34	11.6	24.8	38	379	0.04	0.59	23.6	6	0.04	39.4	2.06	37	0.3	131	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
221	9b-SGQ12-269	513795	9518717	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.72	23	55	0.27	12.7	21.4	43	321	0.02	0.57	27.5	<5	0.03	28.9	1.14	35	0.3	126	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
222	9b-GS-271	510191	9515177	Pariñas	Talara	Piura	-	1	9	289	0.85	9.5	31.1	14	543	0.11	1.77	22.7	<5	0.06	16.8	0.71	50	<0.1	94	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
223	9b-GS-272	514852	9513769	Pariñas	Talara	Piura	-	0.9	7	278	1.39	7	33	14	372	0.12	1.35	23.5	<5	0.06	17.7	1.25	47	<0.1	86	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
224	9b-SGQ12-273	517175	9522890	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.75	19	65	0.25	11.2	21.9	31	358	0.09	0.52	22	7	0.05	35	1.48	35	0.2	125	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
225	9b-SGQ12-276	524352	9510166	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.46	12	265	1.56	12.2	24.9	23	451	0.07	6.47	32.5	<5	0.03	21.1	0.98	61	<0.1	155	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
226	9b-SGQ12-277a	518823	9512199	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.94	11	60	0.36	11.1	16.8	16	372	0.09	0.47	22.3	6	0.02	42.5	0.34	23	<0.1	115	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
227	9b-SGQ12-279	508214	9516393	Pariñas	Talara	Piura	-	0.83	10	86	0.17	9.6	12.7	21	220	0.03	0.87	22.8	7	0.05	22.7	1.06	50	0.5	81	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
228	9b-GS-280	517626	9512471	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.32	6	269	0.83	9.2	44.2	21	331	0.12	2.34	29.5	<5	0.04	15.9	0.64	76	0.2	129	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
229	9b-GS-282	513656	9513236	Pariñas	Talara	Piura	-	0.98	10	307	1.18	8.1	29.2	16	434	0.12	1.68	25.5	<5	0.03	19.2	0.85	53	<0.1	101	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
230	9b-SGQ12-283	520060	9512575	Marcavelica	Sullana	Piura	-	5.74	10	280	0.75	11.9	36.8	26	414	0.06	1.98	25.5	<5	0.06	24.7	0.83	59	<0.1	135	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
231	9b-GS-284	528137	9512306	Marcavelica	Sullana	Piura	-	2.05	7	325	1.38	11.8	51.7	22	597	0.07	4.14	33.7	6	0.15	21.1	0.82	74	<0.1	155	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
232	9b-SGQ12-285	516152	9519264	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.79	22	48	0.23	13.7	17.7	28	331	0.06	0.65	27	7	0.04	25.5	1.13	32	<0.1	117	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
233	9b-SGQ12-287	525674	9510124	Marcavelica	Sullana	Piura	-	4.38	7	308	0.66	12.4	57.9	31	448	0.07	1.36	30	<5	0.04	14.7	0.7	84	0.2	152	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
234	9b-SGQ12-288	508420	9516350	Pariñas	Talara	Piura	-	1.43	8	288	0.73	9.4	32	20	304	0.07	2.31	23.5	7	0.04	16.4	0.67	60	<0.1	122	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
235	9b-GS-290	528603	9517730	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.24	12	164	0.94	10.1	20.2	16	283	0.04	6.25	33.2	<5	0.09	38.3	1.3	72	<0.1	141	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
236	9b-SGQ12-293	517062	9523004	Marcavelica	Sullana	Piura	-	3	10	48	0.18	12.5	15.9	17	366	0.09	0.47	21.7	6	0.03	20.6	0.25	25	<0.1	80	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
237	9b-SGQ12-295	519284	9511719	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.01	12	50	0.38	11.8	19.3	20	367	0.12	0.77	25	<5	0.03	49.3	0.35	20	<0.1	125	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
238	9b-GS-296	513200	9513003	Pariñas	Talara	Piura	-	0.91	56	222	0.38	14	20	12	1214	0.04	0.59	21.8	<5	0.04	28.9	0.28	19	0.2	73	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
239	9b-SGQ12-297	503217	9504368	Pariñas	Talara	Piura	-	1.04	13	335	0.84	14.5	31	37	461	0.05	2.3	36.7	<5	0.06	18.6	1.26	57	0.4	145	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
240	9b-SGQ12-297a	508852	9508172	Pariñas	Talara	Piura	-	1.6	17	49	0.7	8.6	25.3	21	183	0.1	2.24	47.7	<5	0.04	19.9	1.05	54	<0.1	176	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
241	9b-SGQ12-299	500292	9505152	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.06	14	449	0.79	14	30.9	35	485	0.05	2.28	36.3	9	0.03	17.3	1.32	59	0.8	141	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
242	9b-SGQ12-300	507818	9507740	Pariñas	Talara	Piura	-	2.77	12	113	2.66	9.2	31.1	20	359	0.14	14.62	85.1	<5	0.15	17.3	3.91	133	0.3	450	Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior
243	9b-SGQ12-304a	508760	9508250	Pariñas	Talara	Piura	-	3.11	16	74	1.78	7.9	31.7	21	219	0.08	25.08	92.9	6	0.07	15.7	4.72	142	<0.1	339	Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior
244	9b-SGQ12-313	507070	9519742	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.06	10	489	1.43	14.8	45.7	33	395	0.13	1.62	29.6	<5	0.12	12.3	0.45	82	<0.1	155	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
245	9b-SGQ12-314	502077	9521487	El Alto	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.77	7	872	0.67	17.1	42.1	35	513	0.1	1.31	28	<5	0.05	12.3	0.38	61	<0.1	134	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
246	9b-SGQ12-317	499175	9517648	El Alto	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.67	7	800	0.66	16.8	34.6	24	544	0.06	1.12	26.6	<5	0.05	12.4	0.43	56	<0.1	122	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
247	9b-SGQ12-318	505107	9512510	Pariñas	Talara	Piura	-	1.34	10	252	0.72	9.2	29.9	20	301	0.15	1.98	22.9	<5	0.06	16.1	0.73	53	0.6	114	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
248	9b-SGQ12-320	502186	9512866	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.48	5	709	0.4	13.4	22.4	25	363	0.1	1.45	54.7	<5	0.03	10.9	0.91	45	0.2	173	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
249	9b-SGQ12-321	502955	9509150	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	1.26	17	167	0.76	11.6	28.7	30	388	0.1	2.96	31.3	<5	0.08	24.7	1.06	59	1	141	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
250	9b-SGQ12-324	500431	9507735	Pariñas	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.81	8	1029	0.59	15.1	37.9	33	486	0.08	1.68	28.8	6	0.07	13.4	0.71	59	<0.1	124	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
251	9c-GS-002a	558992	9535757	Lancones	Sullana	Piura	-	0.9	6	394	0.53	15	39.6	32	350	0.36	1.31	34.8	<5	0.15	12	0.54	74	<0.1	130	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
252	9c-GS-004	558027	9540263	Lancones	Sullana	Piura	-	0.58	4	163	0.53	5.8	20.1	16	141	1.14	1.07	25.1	<5	0.08	12.4	0.51	32	<0.1	87	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
253	9c-GS-016a	560172	9555870	San Jacinto	Tumbes	Tumbes	-	0.92	5	360	1.61	10.9	24.1	12	250	0.05	6.34	26.7	<5	0.05	10.8	3.39	43	<0.1	75	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
254	9c-GS-019	568227	9532018	Lancones	Sullana	Piura	-	0.96	5	763	0.51	14.4	49.9	29	685	0.07	1.37	23.8	<5	0.32	14.7	0.71	108	<0.1	97	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
255	9c-GS-024	567303	9532901	Lancones	Sullana	Piura	-	0.98	4	213	0.48	13.4	47.2	23	596	0.04	0.55	17.7	<5	0.27	11	0.66	109	<0.1	85	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
256	9c-GS-028a	568149	9531716	Lancones	Sullana	Piura	-	0.93	4	370	0.59	13.2	47.8	25	658	0.06	0.67	19.2	<5	0.35	10.8	0.74	110	<0.1	101	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
257	9c-SGQ12-031a	556718	9516386	Lancones	Sullana	Piura	-	4.7	6	129	0.67	15.2	48.6	33	634	0.09	0.87	21.8	<5	0.13	10.8	0.74	115	<0.1	126	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
258	9c-SGQ12-033	556265	9513487	Lancones	Sullana	Piura	-	1.05	6	143	0.78	13.6	40	32	555	0.14	0.81	18.2	<5	0.26	9.6	0.75	115	<0.1	109	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
259	9c-SGQ12-033a	555803	9508157	Lancones	Sullana	Piura	-	4.6	7	325	1.47	12.9	48.4	20	811	0.16	2.96	16.7	<5	0.16	11.2	0.79	107	0.2	132	Volcánico sedimentarios del Cretácico
260	9c-GS-038	592523	9505711	Suyo	Ayabaca	Piura	-	3.48	63	184	1.1	14.3	110.3	11	941	0.12	1.67	7.1	71	0.26	33.8	0.37	119	<0.1	133	Volcánico sedimentarios del Cretácico
261	9c-GS-039	603514	9502643	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.18	11	92	0.47	11.5	38.2	36	445	0.02	1.32	23.7	159	0.26	14.8	1.06	115	0.3	72	Volcánico sedimentarios del Cretácico
262	9c-GS-041	598938	9504934	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.28	11	84	0.46	10.2	35.2	40	376	0.03	1.15	22.4	15	0.09	14.6	1.89	145	0.4	64	Volcánico sedimentarios del Cretácico
263	9c-GS-042	591191	9505030	Suyo	Ayabaca	Piura	-	3.62	60	162	0.91	12.1	96	12	721	0.2	1.65	6.5	370	0.22	31.9	0.39	112	<0.1	113	Volcánico sedimentarios del Cretácico
264	9c-GS-043	598510	9504282	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.2	13	73	0.5	9.6	32.9	28	450	0.05	0.89	20.8	6	0.1	16.3	1.73	84	0.2	73	Volcánico sedimentarios del Cretácico
265	9c-GS-045	598505	9504236	Suyo	Ayabaca	Piura	-	0.89	12	401	1.76	13.2	66.9	15	795	0.11	0.96	12.6	6	0.11	27.7	0.58	93	<0.1	182	Volcánico sedimentarios del Cretácico
266	9c-GS-045b	591270	9504417	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.02	12	86	0.43	12.2	36.9	35	426	0.02	1.14	23.3	63	0.14	13.7	1.03	124	0.4	4438	Volcánico sedimentarios del Cretácico
267	9c-GS-049b	588730	9506361	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.34	16	98	0.55	12.4	41.5	37	474	0.03	1.35	26.6	35	0.12	16.6	0.83	111	0.8	84	Volcánico sedimentarios del Cretácico
268	9c-GS-059	588603	9508054	Suyo	Ayabaca	Piura	-	0.94	7	104	0.43	18.3	66.4	22	918	1.92	0.5	14.3	<5	0.06	6.9	0.43	149	<0.1	69	Volcánico sedimentarios del Cretácico
269	9c-GS-064	593159	9515444	Suyo	Ayabaca	Piura	-	0.87	7	127	0.66	19.2	50.3	12	900	0.61	0.5	8.2	<5	0.06	9.1	0.63	162	0.2	67	Volcánico sedimentarios del Cretácico
270	9c-GS-064a	602787	9513904	Suyo	Ayabaca	Piura	-	3.01	28	82	1.76	16	57.1	17	841	4.12	1.24	10.7	6	0.16	18.9	0.44	131	<0.1	140	Volcánico sedimentarios del Cretácico



N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
271	9c-GS-069a	590432	9520418	Suyo	Ayabaca	Piura	-	0.7	211	299	0.65	29	119.7	16	913	0.15	5.33	13	7	0.08	8	0.74	242	<0.1	84	Volcánico sedimentarios del Cretácico
272	9c-GS-070	597224	9510937	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.35	20	112	1	22.4	91.8	42	739	0.62	2.14	14.7	<5	0.09	15.8	0.48	165	<0.1	82	Volcánico sedimentarios del Cretácico
273	9c-GS-072a	598454	9510622	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.02	15	143	1.11	32.4	111.3	63	1316	0.53	1.02	32	7	0.08	19.8	0.39	238	<0.1	110	Volcánico sedimentarios del Cretácico
274	9c-GS-076	593351	9520960	Suyo	Ayabaca	Piura	-	2.81	36	180	0.63	22.4	80	19	973	0.14	0.72	8.3	7	0.06	29.5	0.37	168	<0.1	104	Volcánico sedimentarios del Cretácico
275	9c-GS-079	577097	9507917	Lancones	Sullana	Piura	-	1.19	12	709	0.54	25.1	83.5	13	1242	0.14	1.51	9.4	<5	0.04	8.5	0.44	283	<0.1	96	Volcánico sedimentarios del Cretácico
276	9c-GS-080	587109	9516746	Suyo	Ayabaca	Piura	-	0.99	8	157	0.68	24.6	58.7	18	1025	0.03	0.67	13.1	<5	0.05	10.9	0.59	203	0.5	86	Volcánico sedimentarios del Cretácico
277	9c-GS-084	594236	9521231	Suyo	Ayabaca	Piura	-	4.06	49	221	0.88	18.3	70.5	13	1151	0.19	0.9	5.2	9	0.2	46.5	0.28	127	<0.1	134	Volcánico sedimentarios del Cretácico
278	9c-GS-084a	594043	9521213	Suyo	Ayabaca	Piura	-	2.54	30	179	0.71	25.7	87.8	18	1147	0.05	0.82	9.1	10	0.07	33.6	0.48	192	<0.1	104	Volcánico sedimentarios del Cretácico
279	9c-GS-097	573476	9505383	Lancones	Sullana	Piura	-	1.44	15	402	0.66	17.3	62.6	19	1322	0.15	1.27	6.4	<5	0.05	21.2	0.42	148	<0.1	115	Volcánico sedimentarios del Cretácico
280	9c-GS-106	576453	9503390	Lancones	Sullana	Piura	-	1.67	14	294	0.64	15.7	58.8	153	1351	0.12	10.43	82.7	<5	0.1	28.1	0.31	103	0.2	128	Volcánico sedimentarios del Cretácico
281	9c-SGQ12-112	565152	9522616	Lancones	Sullana	Piura	-	1.36	6	155	0.66	14.5	42.3	28	622	0.07	1.16	17	<5	0.09	9.9	0.65	115	1.2	112	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
282	9c-SGQ12-113	564247	9506219	Lancones	Sullana	Piura	-	1.17	7	215	0.84	17.4	41.1	33	941	0.12	1.08	16.6	<5	0.12	10.7	0.82	138	<0.1	120	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
283	9c-GS-113a	597086	9504683	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.64	19	166	1.44	15.2	73.3	10	1208	0.03	1.04	9.1	7	0.11	28.5	0.36	99	<0.1	242	Volcánico sedimentarios del Cretácico
284	9c-SGQ12-114	561319	9517405	Lancones	Sullana	Piura	-	1.08	6	166	0.76	20.4	44	35	1050	0.13	0.76	19.2	<5	0.18	10	0.84	141	<0.1	120	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
285	9c-SGQ12-115	562070	9507345	Lancones	Sullana	Piura	-	4.65	8	243	1.74	14	49.8	20	875	0.11	2.59	16	<5	0.19	10.9	0.66	99	<0.1	133	Volcánico sedimentarios del Cretácico
286	9d-GS-002	612229	9503917	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.43	4	160	1.24	15.5	41.7	12	759	0.12	0.48	9.6	14	0.07	15.1	1.09	91	0.2	68	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
287	9d-GS-007	619214	9505603	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.19	2	110	0.42	25.2	70.6	35	816	0.02	0.25	19.4	6	0.03	4.7	0.46	145	<0.1	50	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
288	9d-GS-012	620317	9512386	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.35	2	208	0.45	15.3	47.5	42	618	<0.01	2.23	20.5	<5	0.06	8.7	0.99	202	0.6	45	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
289	9d-GS-015	611784	9513960	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.25	2	111	0.42	14	26.7	39	471	<0.01	0.39	10.6	9	0.02	5.4	1.64	268	<0.1	28	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
290	9d-GS-025	618981	9510276	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.19	<1	111	0.29	10.6	31.8	65	341	<0.01	0.49	7.7	<5	0.04	37.1	1.18	271	0.8	34	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
291	9d-GS-027	611438	9511490	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.63	4	113	0.43	10.8	54.9	39	429	0.06	0.53	10.1	557	0.07	6.9	1.17	160	0.3	38	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
292	9d-GS-030	613073	9510719	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.21	2	109	0.36	14.5	27.2	68	533	0.29	0.48	11.2	<5	0.05	4.4	0.74	171	0.3	27	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
293	9d-GS-031	611603	9513655	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.7	7	149	0.78	13.6	40.1	40	647	3.13	0.98	11.8	28	0.05	7.7	0.88	123	0.3	60	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
294	10a-SGQ12-003	495573	9498746	Pariñas	Talara	Piura	-	0.57	13	52	0.42	9.3	14	20	275	0.09	0.49	18.8	<5	0.06	15.2	1.15	38	1	75	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
295	10a-SGQ12-005a	489569	9500060	Pariñas	Talara	Piura	-	0.47	5	154	0.54	11.1	25.2	172	420	<0.01	0.97	23.3	<5	0.08	11.4	0.56	50	<0.1	69	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
296	10a-SGQ12-008	493434	9488840	Pariñas	Talara	Piura	-	1.09	8	85	0.34	10.7	49.8	19	437	0.06	6.45	23.1	<5	0.24	26.1	0.76	26	0.3	92	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
297	10a-SGQ12-009	492252	9492148	Pariñas	Talara	Piura	-	0.44	8	49	0.26	7.5	14.6	17	200	0.03	0.53	18.1	234	0.05	13.9	0.91	23	<0.1	67	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
298	10a-SGQ12-012	495170	9491013	Pariñas	Talara	Piura	-	0.53	8	45	0.28	8.9	13.6	18	240	0.05	0.5	19	21	0.02	15.5	1	28	<0.1	69	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
299	10b-SGQ12-004a	542283	9499664	Lancones	Sullana	Piura	-	2	11	118	0.66	14.2	119.6	25	496	0.05	13.35	19.9	9	0.57	24.5	0.72	84	0.8	148	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
300	10b-SGQ12-005	549648	9497734	Lancones	Sullana	Piura	-	1.15	5	173	0.54	13.5	46.6	28	438	0.03	0.98	29	<5	0.08	11.1	1.1	90	1	107	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
301	10b-SGQ12-010	545207	9493826	Lancones	Sullana	Piura	-	1.04	6	108	0.61	21.8	53.6	78	563	<0.01	1.26	105.7	<5	0.04	11	1.13	108	0.4	81	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
302	10b-SGQ12-011	546970	9494602	Lancones	Sullana	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.94	6	111	0.7	21.4	55.3	60	568	0.04	0.92	91.1	<5	0.06	11.3	1.2	108	0.2	99	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
303	10b-SGQ12-011a	544346	9493592	Lancones	Sullana	Piura	-	3.68	6	112	0.68	24	66.3	67	677	0.06	0.98	104.1	<5	0.07	9.2	1	131	0.4	102	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
304	10b-SGQ12-013	549395	9496465	Lancones	Sullana	Piura	-	4.35	6	80	0.62	26.2	65.1	69	600	<0.01	1.01	145.9	<5	0.05	9.3	1.13	96	1.6	88	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
305	10b-SGQ12-016	552283	9496888	Lancones	Sullana	Piura	-	5.13	7	151	0.53	18.1	54.5	45	525	0.02	1.09	64.2	<5	0.06	10.5	0.88	105	0.8	111	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
306	10b-SGQ12-017	552679	9500984	Lancones	Sullana	Piura	-	3.92	5	134	0.53	11.6	37	26	476	0.06	0.93	21.3	<5	0.14	9.3	0.61	81	0.4	99	Volcánico sedimentarios del Cretácico
307	10b-SGQ12-023	530090	9490397	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.85	5	123	0.58	28.6	71.9	82	815	0.05	1.09	137.3	<5	0.07	9.9	1.08	150	0.4	98	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
308	10b-SGQ12-026	535518	9490839	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.1	6	218	0.61	12.4	42.6	25	453	0.02	0.86	24.4	<5	0.06	10.5	0.64	85	1.4	116	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
309	10b-SGQ12-028	530933	9486687	Marcavelica	Sullana	Piura	-	2.65	8	134	0.72	18.9	59.3	47	553	0.08	1.02	65.5	<5	0.04	9.8	0.74	111	0.2	114	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
310	10b-SGQ12-041	534412	9489043	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.91	6	174	0.17	15.2	43.7	40	509	<0.01	0.97	40.4	7	0.07	10.1	1.34	97	1.2	98	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
311	10b-SGQ12-042	531083	9488613	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.98	7	142	0.56	24.5	72.1	55	647	0.06	1.06	106	6	0.07	10	1.13	126	0.2	114	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
312	10b-SGQ12-046	532555	9493275	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.98	6	152	0.64	19.2	53.8	52	590	0.07	0.99	69.1	6	0.05	9.5	0.8	109	0.2	102	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
313	10b-SGQ12-051	517065	9495204	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.24	14	115	0.49	12	26.5	106	458	0.05	1.13	29.4	<5	0.04	23.5	0.67	29	<0.1	127	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
314	10b-SGQ12-053	519663	9490040	Marcavelica	Sullana	Piura	-	7.27	19	267	8.03	11	55.1	19	457	0.14	22.12	54.4	6	0.19	17.6	2.59	130	<0.1	612	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
315	10b-SGQ12-054	523639	9491083	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.89	7	517	1.33	12	50.4	25	593	0.08	3.58	27.7	<5	0.07	13.1	0.77	81	0.2	161	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
316	10b-SGQ12-055	524170	9486650	Marcavelica	Sullana	Piura	-	5.32	8	329	1.55	12.5	51.5	26	555	0.11	3.74	31.2	<5	0.07	10.8	0.91	101	0.2	179	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
317	10b-SGQ12-057	524404	9483355	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.57	10	385	2.08	14.8	67.4	27	838	0.08	4.23	31	<5	0.12	14.9	1.06	104	0.2	172	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
318	10b-SGQ12-057a	523363	9490303	Marcavelica	Sullana	Piura	-	7.35	20	447	7.2	14	59.2	18	682	0.19	26.8	49.5	6	0.12	12	2.18	158	1.3	561	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
319	10b-SGQ12-058	511578	9485757	Marcavelica	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.97	20	69	5.41	12.3	41.8	26	685	0.13	3.68	30.2	<5	0.08	14.8	2.55	90	0.6	179	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
320	10b-SGQ12-062	518545	9485377	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.6	7	183	0.53	12	28.5	21	332	0.05	0.89	21.8	8	0.12	12.4	0.67	40	<0.1	98	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
321	10b-SGQ12-064	521921	9484031	Marcavelica	Sullana	Piura	-	0.41	7	199	0.37	6.3	12.4	161	263	0.03	1.18	15.7	<5	0.06	9.6	0.89	24	0.2	47	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
322	10b-SGQ12-066	524424	9481843	Marcavelica	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.28	3	96	0.3	3.5	11.6	25	143	0.07	5.47	13.1	<5	0.06	5.4	0.73	18	0.2	26	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
323	10b-SGQ12-067	514201	9486626	Marcavelica	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.82	16	514	0.49	13.9	22	26	485	0.07	0.81	29.4	7	0.07	29.9	4.69	24	1.1	111	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
324	10b-SGQ12-067a	520471	9485594	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.17	8	403	1.37	14.5	45.2	29	517	0.11	3.37	31.7	6	0.07	11.2	1.03	79	<0.1	133	Sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior
325	10b-SGQ12-069	523304	9486126	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.38	8	621	1.84	14.2	50.1	24	757	0.07	3.22	26.8	<5	0.05	11.8	1.01	105	0.2	140	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
326	10b-SGQ12-070	523236	9490522	Marcavelica	Sullana	Piura	-	4.61	12	623	3.29	11.9	55.4	19	650	0.2	15.49	31.1	6	0.13	11.4	1.28	96	0.2	278	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
327	10b-SGQ12-073	520481	9493981	Marcavelica	Sullana	Piura	-	1.46	9	597	1.07	15.7	51	27	846	0.06	2.13	29.7	<5	0.05	18	0.7	86	<0.1	143	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
328	10b-SGQ12-077a	513686	9471424	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.47	7	1070	1.03	9.6	26.7	20	355	0.09	1.18	18.2	7	0.2	10.4	1.64	34	<0.1	73	Intrusivos del Paleozoico-Triásico

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
329	10b-GS-078c	517444	9474135	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.57	7	204	0.98	10.7	24.8	26	309	0.6	0.97	22.5	<5	0.09	10.7	1.2	48	<0.1	81	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
330	10b-SGQ12-080	511434	9480812	La Brea	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.26	6	121	1.44	6.3	11	20	1001	0.07	0.47	9.6	8	0.09	11.9	1.97	45	0.6	48	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
331	10b-GS-082	501506	9474556	La Brea	Talara	Piura	-	0.68	5	208	0.66	9.1	24.3	13	304	0.04	1.12	16.2	20	0.11	10.8	1.19	47	<0.1	76	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
332	10b-GS-083c	506875	9470535	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.49	13	332	0.77	8.1	15.9	62	385	0.04	0.87	15.9	<5	0.06	10.9	2.14	49	0.3	51	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
333	10b-GS-085	505864	9477649	La Brea	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.53	15	310	1.08	10.3	22.5	27	381	<0.01	0.92	19.4	<5	0.09	12.9	1.95	62	0.2	72	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
334	10b-GS-085c	508483	9475512	La Brea	Talara	Piura	-	0.64	10	311	1.59	8.9	15.1	42	433	0.04	0.99	13.8	8	0.06	10.3	3.78	69	0.3	48	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
335	10b-GS-086c	511629	9467016	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	-	0.68	8	596	1.04	7.9	21.3	43	279	0.03	1.11	17.3	8	0.1	10.3	2.37	47	<0.1	65	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
336	10b-GS-087	508628	9478266	La Brea	Talara	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.38	5	81	2.39	5.8	12.4	41	364	0.02	0.36	9	7	0.02	10.3	3.3	60	0.6	37	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
337	10b-GS-090	510222	9470592	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.66	8	293	1.09	9.7	17.4	37	403	<0.01	1.48	17.2	6	0.08	10	1.82	43	0.2	67	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
338	10b-SGQ12-090a	514140	9468662	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.42	7	619	0.54	7	13	14	278	0.02	1.46	13.7	<5	0.07	7.1	0.93	22	0.2	46	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
339	10b-GS-090b	517870	9470947	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.61	7	850	0.8	11.7	21.7	42	414	0.02	1.23	21.1	9	0.06	10.4	1.16	43	<0.1	73	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
340	10b-GS-091	510794	9472175	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.58	7	376	1.23	6.7	12.2	46	334	0.03	0.77	12.7	8	0.04	9.7	2.77	54	0.3	47	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
341	10b-SGQ12-092	514195	9472409	Ignacio Escudero	Sullana	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.32	4	397	0.37	5	10.8	12	236	<0.01	0.9	9.3	6	0.04	6.5	1.28	23	0.2	37	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
342	10b-GS-094c	499999	9475686	La Brea	Talara	Piura	-	0.81	10	70	1.03	8	14.7	64	308	<0.01	0.61	14.5	8	0.03	16	3.89	88	0.2	53	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
343	10b-SGQ12-104	511609	9495919	Marcavelica	Sullana	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.22	16	71	0.3	5.8	16.6	20	457	<0.01	0.57	9.5	<5	0.03	26.8	1.92	32	2.2	64	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
344	10b-SGQ12-107	507775	9502318	Pariñas	Talara	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.72	7	170	0.54	17.7	38.4	35	481	0.03	1.06	43.2	6	0.09	13.6	0.69	61	<0.1	139	Intrusivos del Paleozoico-Triásico
345	10b-SGQ12-115	499717	9491374	Pariñas	Talara	Piura	-	0.71	11	49	0.33	11.3	16.3	20	285	<0.01	0.45	23.6	9	0.02	18.5	0.92	25	<0.1	79	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
346	10b-SGQ12-117b	500261	9497147	Pariñas	Talara	Piura	-	0.81	19	48	0.29	12.2	18.9	23	313	0.06	0.52	29.4	6	0.03	22	1.13	23	<0.1	96	Sedimentarios silicoclásticos del Paleozoico
347	10c-SGQ12-049	556935	9499033	Lancones	Sullana	Piura	-	0.76	6	148	0.5	14.4	41.3	21	954	0.03	0.83	12.6	6	0.08	8.6	0.86	119	0.2	85	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
348	10c-SGQ12-050	562490	9501922	Lancones	Sullana	Piura	-	3.54	6	178	0.67	15.4	45	33	708	0.06	0.75	17.7	<5	0.12	9.7	0.88	144	0.2	104	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
349	10c-SGQ12-052	559518	9500470	Lancones	Sullana	Piura	-	0.73	6	184	0.66	12.6	38.8	20	778	0.03	0.76	13.2	6	0.24	8.6	0.71	105	0.3	82	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
350	10c-SGQ12-052a	561026	9502590	Lancones	Sullana	Piura	-	3.88	8	319	0.92	16.4	49.1	18	957	0.03	1.92	14.9	<5	0.07	9.3	0.71	120	0.2	105	Sedimentarios silicoclásticos del Cretácico superior
351	10c-SGQ12-057	566505	9478372	Sullana	Sullana	Piura	-	1.41	9	154	0.76	13	40.2	279	804	0.02	3.48	15	<5	0.04	8.5	1.19	169	0.6	37	Volcánico sedimentarios del Cretácico
352	10c-SGQ12-060	558739	9476333	Sullana	Sullana	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	3.59	9	123	0.48	8.9	46.2	19	443	<0.01	1.47	6.6	<5	0.02	11.4	4.18	134	0.6	56	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
353	10c-SGQ12-062	573394	9476885	Las Lomas	Piura	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.49	9	178	1.44	15	53.4	20	1130	0.03	1.11	11.8	<5	0.05	10.9	2.48	76	0.3	55	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
354	10c-SGQ12-063	558223	9475926	Sullana	Sullana	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	2.73	21	200	1.3	15	102.4	80	737	0.02	8.23	45.6	9	0.06	25	3.34	122	0.6	164	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
355	10c-SGQ12-074a	568208	9475047	Sullana	Sullana	Piura	-	0.74	8	271	1.24	10.4	20.4	20	544	<0.01	0.44	10.1	6	0.03	8.6	2.16	80	0.2	43	Volcánico sedimentarios del Cretácico
356	10c-SGQ12-082	567618	9479802	Sullana	Sullana	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.97	9	245	0.82	26	95.8	21	1209	<0.01	1.18	13.1	6	0.05	10.6	0.78	135	0.3	89	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
357	10c-SGQ12-088	569354	9492944	Lancones	Sullana	Piura	-	1.58	11	392	0.53	12.1	28.2	13	986	0.1	1.04	8.4	<5	0.03	14.6	0.63	64	0.3	76	Volcánico sedimentarios del Cretácico
358	10c-GS-105	604946	9491095	Paimas	Ayabaca	Piura	-	2.69	19	387	0.54	10.6	36.4	33	489	0.06	1.51	22	19	2.55	121.4	1.5	100	0.6	92	Volcánico sedimentarios del Cretácico

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
359	10c-GS-109	604639	9499774	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.08	10	105	0.46	13.5	37.7	57	508	<0.01	1.2	27.3	9	0.09	13.8	0.96	107	0.5	79	Volcánico sedimentarios del Cretácico
360	10c-GS-110	610600	9489096	Paimas	Ayabaca	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	2.03	14	61	0.42	10	30.3	31	413	<0.01	0.84	20.8	7	0.19	16.3	1.6	97	2.1	73	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
361	10c-GS-111	603006	9495225	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.03	9	104	0.39	11.9	35.2	59	507	0.02	1.21	25.2	10	0.13	12.8	0.87	96	0.6	68	Volcánico sedimentarios del Cretácico
362	10c-GS-115	610118	9501356	Suyo	Ayabaca	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.53	6	93	0.75	20.3	58.5	44	706	0.04	0.88	26.9	62	0.06	13.3	0.65	154	<0.1	252	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
363	10c-GS-117	592701	9502112	Suyo	Ayabaca	Piura	-	2.41	65	159	1.46	12.2	112.1	15	704	0.13	8.78	14	116	0.18	44.6	0.87	132	0.3	152	Volcánico sedimentarios del Cretácico
364	10c-GS-121	592188	9500959	Suyo	Ayabaca	Piura	-	2.67	80	237	3.31	16.9	139.1	13	1971	0.08	13.17	23.2	328	0.28	40.8	0.98	187	0.3	266	Volcánico sedimentarios del Cretácico
365	10c-GS-121b	587314	9501961	Suyo	Ayabaca	Piura	-	2.33	68	348	1.73	20.3	85.6	11	2968	0.12	2.38	13	79	0.29	35.1	0.67	135	<0.1	114	Volcánico sedimentarios del Cretácico
366	10c-GS-122	593126	9501106	Suyo	Ayabaca	Piura	-	1.62	28	203	1.18	12.4	59.3	18	683	0.53	2.01	15	18	0.15	72.9	0.84	117	<0.1	107	Volcánico sedimentarios del Cretácico
367	10c-GS-128	579743	9501907	Lancones	Sullana	Piura	-	0.93	8	206	0.57	11.1	44.3	17	1003	1.18	1.74	9.7	7	0.02	15.4	0.43	84	<0.1	97	Volcánico sedimentarios del Cretácico
368	10c-GS-134	605621	9483043	Las Lomas	Piura	Piura	III: Depósitos de Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos del Triásico	0.86	10	56	0.38	11.4	35.7	32	380	0.04	0.93	22.6	14	0.09	11.3	1.29	100	<0.1	74	Sedimentarios silicoclásticos del Paleógeno-Neógeno
369	10c-GS-136	607248	9475948	Sapillica	Ayabaca	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.44	5	122	0.36	11.6	46.3	20	660	0.03	0.52	7.8	85	0.03	14.1	0.86	115	<0.1	58	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
370	10c-GS-137a	577136	9480168	Las Lomas	Piura	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.25	3	84	0.52	8.4	18.5	11	1227	0.02	0.45	5	6	<0.01	6.3	3.58	129	<0.1	30	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
371	10c-GS-139	583192	9483591	Las Lomas	Piura	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	1.04	13	114	0.83	18.1	61.1	27	744	0.08	3.21	21.4	13	0.04	20.1	1.48	135	<0.1	117	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
372	10c-GS-139a	575703	9482026	Las Lomas	Piura	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.33	4	118	0.56	8.9	31.1	10	601	0.02	1.25	5.9	7	0.03	14.8	4.05	88	0.5	54	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
373	10c-GS-144	605332	9474782	Sapillica	Ayabaca	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.5	3	148	0.45	13	47.3	19	714	0.09	0.77	7.5	281	0.08	28.7	1.17	114	<0.1	89	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
374	10c-GS-145	587801	9488633	Las Lomas	Piura	Piura	-	2.61	58	112	2.38	13.5	79	14	776	0.64	5.47	20.4	50	0.53	55.7	1.31	153	<0.1	146	Volcánico sedimentarios del Cretácico
375	10c-GS-154	609234	9476465	Sapillica	Ayabaca	Piura	X: Pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	0.5	5	187	1.22	9.8	37.2	75	556	0.05	4.15	40.9	8	0.1	24.2	1.98	82	<0.1	92	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
376	10c-GS-155c	603411	9476805	Las Lomas	Piura	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	0.96	5	165	0.59	21.6	72.9	57	616	0.02	0.35	29.9	10	0.03	7.1	0.53	133	<0.1	61	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
377	10c-GS-156	610805	9468680	Sapillica	Ayabaca	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	0.25	2	158	0.24	21.6	35.8	63	795	0.05	0.81	23.2	<5	0.04	10.8	0.73	94	<0.1	59	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
378	10c-GS-157	590033	9484006	Las Lomas	Piura	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	0.47	6	140	0.65	12.9	59.3	13	1117	0.03	2.97	7.7	7	0.03	13.3	3.39	149	0.3	63	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
379	10c-GS-157a	579870	9481510	Las Lomas	Piura	Piura	-	0.51	5	273	0.43	8.8	25.6	15	1353	0.04	1.94	13.2	11	0.02	11.2	1.66	86	0.9	48	Volcánico sedimentarios del Cretácico
380	10c-GS-160	586742	9485127	Las Lomas	Piura	Piura	-	3.71	84	159	1.8	16	100	18	681	1.74	4.13	18.5	43	0.37	122.2	1.01	150	<0.1	138	Volcánico sedimentarios del Cretácico
381	10c-GS-160a	580030	9481108	Las Lomas	Piura	Piura	-	2.98	13	184	0.88	18.6	52.5	240	6511	0.03	26.64	170.4	10	0.16	22.7	1.79	174	0.5	78	Volcánico sedimentarios del Cretácico
382	10c-GS-161	609612	9468603	Sapillica	Ayabaca	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	1.19	4	223	0.4	11.2	18.3	50	1560	0.07	2.81	28.2	9	0.06	16.8	1.57	74	<0.1	75	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
383	10c-GS-163	577279	9480793	Las Lomas	Piura	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	0.91	15	96	0.83	9	41.8	15	494	0.16	1.37	9	18	0.06	25.3	3.34	108	0.2	69	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
384	10c-GS-169a	583941	9487326	Las Lomas	Piura	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	1.07	9	93	0.86	18.5	97.1	13	688	0.06	0.82	8.1	8	0.05	22.8	1.09	175	<0.1	65	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
385	10c-GS-170	572223	9485180	Las Lomas	Piura	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	0.54	5	142	0.6	9.8	45.6	9	749	0.03	4.96	7.7	8	0.03	12.9	1.63	77	0.4	46	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
386	10c-GS-171	576127	9486485	Las Lomas	Piura	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	1.26	7	133	0.63	11.8	89.3	187	527	<0.01	14.19	116.4	7	0.04	18.1	1.68	88	0.6	51	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
387	10c-GS-172	578734	9485970	Las Lomas	Piura	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	0.61	8	195	1.04	15.5	225.1	11	861	0.04	9.97	8.2	44	0.11	30.9	2.4	124	0.8	101	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogénica	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
388	10c-GS-172a	576668	9491628	Lancones	Sullana	Piura	XI: Sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	1.2	7	143	0.42	15.8	31.3	74	547	0.02	2.91	35	7	0.03	14.5	1.19	208	<0.1	42	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
389	10c-GS-173a	580122	9484420	Las Lomas	Piura	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.43	8	181	0.98	14	43.2	11	1695	0.05	1.38	11	34	0.09	19.7	3.52	124	0.2	74	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
390	10c-GS-176	575369	9486921	Las Lomas	Piura	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.67	5	157	0.75	11	44	13	1615	0.03	2.3	7.6	10	0.04	13.7	2.47	109	0.4	48	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
391	10d-GS-091	630089	9476431	Lagunas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	1.8	20	60	0.5	11	35	32	496	0.04	1.54	23.4	10	0.23	27.3	1.54	91	0.9	91	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
392	10d-GS-102	634277	9474921	Lagunas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	2.03	23	48	0.41	9.3	28.2	30	416	0.02	3.08	19.7	11	0.19	29.6	2.3	95	2.4	76	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
393	10d-GS-106	631003	9475081	Lagunas	Ayabaca	Piura	-	1.76	7	132	1.61	19.9	64.3	69	530	0.03	6.6	56.8	8	0.18	7.7	0.66	194	<0.1	165	Volcánico sedimentarios del Cretácico
394	10d-GS-112	637670	9486257	Ayabaca	Ayabaca	Piura	-	0.57	6	115	0.68	27.7	69.1	111	813	0.11	1.77	36.7	8	0.14	11.1	1.19	301	<0.1	77	Volcánico sedimentarios del Cretácico
395	10d-GS-121	621914	9474167	Lagunas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.17	2	230	0.22	13.1	37.8	7	1228	0.03	36.37	4.6	<5	0.05	3.5	2.21	80	2	72	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
396	10d-GS-123	624330	9473736	Lagunas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.26	2	154	0.17	12.2	38.6	19	517	0.03	0.47	7.6	24	0.02	3.5	3.8	112	0.3	50	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
397	10d-GS-124	627668	9478882	Lagunas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	2.31	21	73	0.52	13.6	43.6	60	609	0.39	1.81	25.5	30	0.32	24.3	3.2	131	0.9	98	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
398	10d-GS-125	621945	9474085	Lagunas	Ayabaca	Piura	-	0.31	3	206	0.17	12.5	63.9	28	1048	0.02	2.59	9.3	6	0.09	4.3	1.03	107	0.6	47	Volcánico sedimentarios del Cretácico
399	10d-GS-126	627242	9479918	Lagunas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	1.72	15	62	0.42	11.3	34.3	122	495	0.03	1.4	21.5	12	0.14	15.2	1.34	108	0.3	74	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
400	10d-GS-128	629741	9476714	Lagunas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.48	7	115	0.34	8.4	25.4	144	386	0.04	0.71	10.6	<5	0.08	3.7	0.44	52	0.2	40	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
401	10d-GS-130	618703	9481072	Paimas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	1.04	11	53	0.3	10.1	29	205	408	0.04	1.33	20.7	6	0.08	11.9	1.1	133	0.4	56	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
402	10d-GS-131	623811	9483143	Paimas	Ayabaca	Piura	-	0.45	5	89	0.15	10.7	24.9	423	432	0.02	1.41	20	6	0.08	4.7	0.67	157	0.4	34	Volcánico sedimentarios del Cretácico
403	10d-GS-138	618314	9480812	Paimas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.36	5	140	0.46	19.4	86.7	59	521	0.05	0.55	26.5	11	0.13	9.9	0.46	108	<0.1	77	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
404	10d-GS-144	621637	9484037	Paimas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.33	4	113	0.51	16.6	56.1	53	528	0.05	0.52	24.1	72	0.09	10.7	0.96	139	<0.1	57	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
405	10d-GS-149	614040	9484254	Paimas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.39	3	252	0.68	10.8	36.2	11	1037	0.07	0.71	6.8	7	0.11	32.1	2.33	47	<0.1	139	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
406	10d-GS-150	621202	9486867	Paimas	Ayabaca	Piura	-	2.63	19	54	0.45	9.8	31.2	33	441	0.04	0.8	21.5	60	0.12	25.3	2.01	112	0.2	75	Volcánico sedimentarios del Cretácico
407	10d-GS-150c	623987	9491864	Montero	Ayabaca	Piura	-	1.09	6	182	2.17	24.6	88.3	35	1325	0.04	1.9	26.8	<5	0.15	12.5	0.84	243	<0.1	149	Volcánico sedimentarios del Cretácico
408	10d-GS-153	612995	9488263	Paimas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	1.4	12	61	0.39	15.4	49.9	490	557	0.02	16.94	282.5	<5	0.15	34.8	0.87	106	0.5	86	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
409	10d-GS-154	617011	9489964	Paimas	Ayabaca	Piura	-	0.93	14	133	1.19	28.3	156.5	81	1011	0.06	0.89	58	209	0.52	36.3	0.44	164	<0.1	152	Volcánico sedimentarios del Cretácico
410	10d-GS-155	614737	9485731	Paimas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.45	2	133	0.35	8.3	20.6	17	564	0.21	0.88	5.3	7	0.03	10.7	2.45	158	0.2	50	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
411	10d-GS-158	614465	9488739	Paimas	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.81	8	88	0.48	13.2	38.2	37	621	0.06	1.12	24.8	6	0.31	14.9	1.77	141	<0.1	76	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
412	10d-GS-164	616819	9497065	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.23	3	126	0.53	14.6	79.8	23	657	0.04	0.56	12.9	7	0.08	21.8	0.81	102	<0.1	65	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
413	10d-GS-168c	613412	9499652	Suyo	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.27	3	130	0.44	14.5	171.1	28	407	<0.01	3.24	17.6	10	0.1	9.9	1.27	121	0.2	39	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
414	10d-GS-170	625228	9497064	Suyo	Ayabaca	Piura	-	0.94	4	206	2.03	19	71.2	40	823	1.55	1.8	18	<5	0.08	8.5	1.16	206	0.2	114	Volcánico sedimentarios del Cretácico
415	10d-GS-173	640995	9494491	Ayabaca	Ayabaca	Piura	-	0.22	2	103	0.54	30.3	65.1	96	1017	0.05	0.39	65.4	61	0.06	6.2	0.69	219	<0.1	78	Volcánico sedimentarios del Cretácico
416	10d-GS-174	630424	9494180	Jillili	Ayabaca	Piura	-	1.42	7	174	1.84	35.9	72.5	94	1489	0.03	1.8	33.2	<5	0.29	15.8	0.9	229	<0.1	150	Volcánico sedimentarios del Cretácico

N°	Código	Este	Norte	Distrito	Provincia	Región	Franja metalogenética	Sb	As	Ba	Cd	Co	Cu	Cr	Mn	Hg	Mo	Ni	Au	Ag	Pb	U	V	W	Zn	Dominio litoestratigráfico
417	10d-GS-175c	639929	9493060	Ayabaca	Ayabaca	Piura	-	0.23	<1	168	0.51	47.5	103	138	1296	0.04	0.41	106.2	<5	0.11	7.4	0.96	250	<0.1	105	Volcánico sedimentarios del Cretácico
418	10d-GS-176	632387	9500943	Jilili	Ayabaca	Piura	-	0.99	6	106	0.83	36.7	87	94	1254	0.04	1.23	75.3	<5	0.04	7.8	0.7	240	<0.1	117	Volcánico sedimentarios del Cretácico
419	10d-GS-177	633476	9499899	Sicchez	Ayabaca	Piura	-	0.84	10	154	0.85	43.6	85.8	148	1411	0.06	0.89	96.4	<5	0.11	7.4	0.68	242	<0.1	117	Volcánico sedimentarios del Cretácico
420	10d-GS-180	640117	9493684	Ayabaca	Ayabaca	Piura	-	0.23	2	110	0.48	52.8	62.9	273	1356	0.03	0.31	153.6	<5	0.08	6.7	0.6	187	<0.1	68	Volcánico sedimentarios del Cretácico
421	10d-GS-181	635568	9497329	Sicchez	Ayabaca	Piura	-	0.97	11	134	0.94	40.5	84.8	144	1285	0.04	0.91	92.8	<5	0.12	6.2	0.6	213	<0.1	119	Volcánico sedimentarios del Cretácico
422	10d-GS-181c	638688	9492974	Sicchez	Ayabaca	Piura	-	0.3	3	137	0.48	49.6	77.1	176	1499	0.05	0.28	97.4	9	0.06	8.5	0.59	263	<0.1	84	Volcánico sedimentarios del Cretácico
423	10d-GS-184	633195	9492949	Jilili	Ayabaca	Piura	-	0.29	3	257	0.76	45.7	76.8	101	1547	0.03	0.83	53.9	<5	0.06	9.4	1.16	274	<0.1	90	Volcánico sedimentarios del Cretácico
424	10d-GS-185	639750	9492515	Ayabaca	Ayabaca	Piura	-	0.69	3	188	1.06	47.4	81	146	1536	0.05	0.83	85	13	0.1	8.5	0.82	284	<0.1	131	Volcánico sedimentarios del Cretácico
425	10d-GS-186	636835	9496427	Sicchez	Ayabaca	Piura	-	1.22	12	111	1.1	36.5	82.9	143	1134	0.04	1.1	88.3	10	0.13	6.6	0.63	210	<0.1	123	Volcánico sedimentarios del Cretácico
426	10d-GS-193	612109	9466168	Sapillica	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.32	<1	119	0.45	10.1	20	135	606	0.06	0.69	9.9	<5	0.06	20.4	0.78	82	<0.1	54	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
427	10d-GS-198	611205	9472270	Sapillica	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	1.85	7	160	3.68	15.9	149	17	1388	0.3	1.74	8	1952	3.24	578.1	1.08	121	0.8	328	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
428	10d-GS-202	614551	9476253	Sapillica	Ayabaca	Piura	XII: Epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	0.77	4	157	0.23	17.8	53.1	179	627	0.03	19.44	126.7	23	0.12	21.9	1.12	129	0.6	59	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno
429	10d-GS-213	621571	9468509	Sapillica	Ayabaca	Piura	-	0.58	3	236	2.57	32	77.2	67	1473	0.03	0.91	39	6	0.11	8.8	0.86	239	<0.1	115	Volcánico sedimentarios del Cretácico

Las concentraciones de los elementos traza corresponden a ppm, salvo el oro que está expresado en ppb.

Intensidad de anomalías		
1	Débil	$T < [x] \leq 2T$
2	Moderada	$2T < [x] \leq 3T$
3	Fuerte	$3T < [x] \leq 4T$
4	Muy Fuerte	$4T < [x]$

Donde:

T: Threshold

[x]: Abundancia geoquímica

## RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

### Mapas

<b>Mapa 1</b>	MAF-GE29-20-01	Ubicación de muestras de sedimentos.
<b>Mapa 2</b>	MAF-GE29-20-02	Distribución del potencial de hidrógeno.
<b>Mapa 3</b>	MAF-GE29-20-03	Distribución de la conductividad eléctrica.
<b>Mapa 4</b>	MAF-GE29-20-04	Distribución geoquímica de antimonio.
<b>Mapa 5</b>	MAF-GE29-20-05	Distribución geoquímica de arsénico.
<b>Mapa 6</b>	MAF-GE29-20-06	Distribución geoquímica de bario.
<b>Mapa 7</b>	MAF-GE29-20-07	Distribución geoquímica de cadmio.
<b>Mapa 8</b>	MAF-GE29-20-08	Distribución geoquímica de cobalto.
<b>Mapa 9</b>	MAF-GE29-20-09	Distribución geoquímica de cobre.
<b>Mapa 10</b>	MAF-GE29-20-10	Distribución geoquímica de cromo.
<b>Mapa 11</b>	MAF-GE29-20-11	Distribución geoquímica de manganeso.
<b>Mapa 12</b>	MAF-GE29-20-12	Distribución geoquímica de mercurio.
<b>Mapa 13</b>	MAF-GE29-20-13	Distribución geoquímica de molibdeno.
<b>Mapa 14</b>	MAF-GE29-20-14	Distribución geoquímica de níquel.
<b>Mapa 15</b>	MAF-GE29-20-15	Distribución geoquímica de oro.
<b>Mapa 16</b>	MAF-GE29-20-16	Distribución geoquímica de plata.
<b>Mapa 17</b>	MAF-GE29-20-17	Distribución geoquímica de plomo.
<b>Mapa 18</b>	MAF-GE29-20-18	Distribución geoquímica de uranio.
<b>Mapa 19</b>	MAF-GE29-20-19	Distribución geoquímica de vanadio.
<b>Mapa 20</b>	MAF-GE29-20-20	Distribución geoquímica de wolframio.
<b>Mapa 21</b>	MAF-GE29-20-21	Distribución geoquímica de zinc.

### Figuras

<b>Figura 1.1</b>	Ubicación y accesibilidad.
<b>Figura 1.2</b>	Clasificación climatológica.
<b>Figura 1.3</b>	Unidades geomorfológicas.
<b>Figura 1.4</b>	Cuencas hidrográficas.
<b>Figura 2.1</b>	Conflictos sociales.
<b>Figura 3.1</b>	Litoestratigrafía regional.
<b>Figura 3.2</b>	Dominios litoestratigráficos.

- Figura 3.3** Afloramiento de pizarras esquistosas con vetas de cuarzo en el lecho de la quebrada Huarapal.
- Figura 3.4** Microconglomerados del Grupo Talara sobreyaciendo a una secuencia de areniscas de grano fino. Vista al SE de la quebrada Angostura.
- Figura 3.5** Lutitas fosilíferas con yeso en el lecho de la quebrada Charán.
- Figura 3.6** Granitoides del Triásico superior en el río Tumbes, paraje El Saucillo.
- Figura 3.7** Venilla de cuarzo blanco en granitoide del Triásico. Río Tumbes, paraje Pellejitos.
- Figura 3.8** Geocronología.
- Figura 4.1** Unidades estructurales.
- Figura 4.2** Diagrama que muestra las fallas de acomodación generadas por procesos distensivos. Tomado de Gibbs (1984).
- Figura 4.3** Secuencia Pliocena-Pleistocena que rellena el graben de Carpitás. Al fondo se observa la escarpa de Falla Carpitás a lo largo de la quebrada del mismo nombre (Quinto, 2006).
- Figura 4.4** Hacia la quebrada Seca por la quebrada Carrizales se puede observar la escarpa de la falla Carpitás (Quinto, 2006).
- Figura 4.5** Contexto estructural del campo petrolífero Carpitás (Quinto, 2006).
- Figura 4.6** Ubicación estructural de las cuencas Talara y Lancones (Pluspetrol, 2002).
- Figura 4.7** Falla ístrica principal Cuzco-Angolo, cerca al flanco occidental de la cuenca Lancones. En la quebrada Potrerillo pone en contacto al Paleozoico (lado derecho de la falla) con la Formación Muerto –Pananga (lado izquierdo de la falla) (Quinto, 2006).
- Figura 4.8** Falla normal y posterior fractura perpendicular en las filitas de la Formación Cerro Negro.
- Figura 4.9** Deformación intensa en las filitas de la Formación Cerro Negro.
- Figura 4.10** Formación Cerro Negro afectada por una falla inversa con zonas de brecha y venillas de cuarzo. Vista al NO de la quebrada Mogollón.
- Figura 4.11** Principales pliegues en la Cuenca Lancones (Pocitos, Canovitas y Jabonillos), generados antes de la sedimentación eocena (Pluspetrol, 2002).
- Figura 4.12** Pliegues locales en la Formación Jaguay Negro, localidad de Murciélagos.
- Figura 5.1** Franjas metalogenéticas.
- Figura 5.2** Ocurrencias minerales.
- Figura 5.3** Dominios metalogenéticos propuestos.
- Figura 6.1** pH en aguas de escorrentía, muestras orientadas de oeste a este.
- Figura 6.2** Conductividad eléctrica en aguas de escorrentía, muestras orientadas de oeste a este.
- Figura 6.3** Abundancias geoquímicas del antimonio según población estadística.
- Figura 6.4** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del antimonio.
- Figura 6.5** Abundancias geoquímicas del arsénico según población estadística.
- Figura 6.6** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del arsénico.
- Figura 6.7** Abundancias geoquímicas del bario según población estadística.
- Figura 6.8** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del bario.
- Figura 6.9** Abundancias geoquímicas del cadmio según población estadística.
- Figura 6.10** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del cadmio.
- Figura 6.11** Abundancias geoquímicas del cobalto según población estadística.



- Figura 6.12** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del cobalto.
- Figura 6.13** Abundancias geoquímicas del cobre según población estadística.
- Figura 6.14** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del cobre.
- Figura 6.15** Abundancias geoquímicas del cromo según población estadística.
- Figura 6.16** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del cromo.
- Figura 6.17** Abundancias geoquímicas del manganeso según población estadística.
- Figura 6.18** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del manganeso.
- Figura 6.19** Abundancias geoquímicas del mercurio según población estadística.
- Figura 6.20** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del mercurio.
- Figura 6.21** Abundancias geoquímicas del molibdeno según población estadística.
- Figura 6.22** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del molibdeno.
- Figura 6.23** Abundancias geoquímicas del níquel según población estadística.
- Figura 6.24** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del níquel.
- Figura 6.25** Abundancias geoquímicas del oro según población estadística.
- Figura 6.26** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del oro.
- Figura 6.27** Abundancias geoquímicas de la plata según población estadística.
- Figura 6.28** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos de la plata.
- Figura 6.29** Abundancias geoquímicas del plomo según población estadística.
- Figura 6.30** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del plomo.
- Figura 6.31** Abundancias geoquímicas del uranio según población estadística.
- Figura 6.32** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del uranio.
- Figura 6.33** Abundancias geoquímicas del vanadio según población estadística.
- Figura 6.34** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del vanadio.
- Figura 6.35** Abundancias geoquímicas del wolframio según población estadística.
- Figura 6.36** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del wolframio.
- Figura 6.37** Abundancias geoquímicas del zinc según población estadística.
- Figura 6.38** Niveles de fondo y umbrales geoquímicos del zinc.
- Figura 6.39** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas metamórficas del Paleozoico.
- Figura 6.40** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico.
- Figura 6.41** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas volcánicas sedimentarias del Cretácico.
- Figura 6.42** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior.
- Figura 6.43** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno.
- Figura 6.44** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas intrusivas del Paleozoico-Triásico.
- Figura 6.45** Asociaciones geoquímicas en sedimentos procedentes de rocas intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno.

## **Fotografías**

- Fotografía 2.1** Coordinación con representante de la Municipalidad Distrital de Lagunas en la Provincia de Ayabaca.
- Fotografía 2.2** Reunión con autoridades locales y representantes de la minería artesanal en la comunidad San Sebastián del distrito de Suyo (provincia de Ayabaca).
- Fotografía 2.3** Geólogos de Ingemmet coordinando con las principales autoridades de la comunidad Campesina de Pampa Larga en el distrito de Suyo (provincia de Ayabaca).
- Fotografía 3.1** Afloramiento de cuarcitas grises de la unidad metamórfica indiferenciada en el lecho de la quebrada Horquetas, vista al SE.
- Fotografía 3.2** Gneis con pátinas de óxidos, nótese bandeamientos y blastos orientados. Localidad de Casa Blanqueada.
- Fotografía 3.3** Afloramiento de pizarras esquistosas con vetas de cuarzo en la quebrada Huarapal.
- Fotografía 3.4** Afloramiento de pizarras esquistosas y filitas gris oscuras de la Formación Cerro Negro en la quebrada Infiernillo.
- Fotografía 3.5** Lutitas gris verdosas de la Formación Chaleco de Paño. Vista al SE en la localidad El Gavilán.
- Fotografía 3.6** Afloramiento de la Formación Pananga compuesto de calizas gris rosadas intercaladas con lutitas. Vista al SE en la quebrada Pariñas.
- Fotografía 3.7** Bloques de aglomerado volcánico con clastos y matriz de composición andesítica. Margen derecha de la quebrada Quiroz.
- Fotografía 3.8** Afloramiento de lavas andesíticas del volcánico Lancones en la localidad de Valdivias.
- Fotografía 3.9** Areniscas con nódulos calcáreos de la Formación Huasimal en la quebrada Chilco.
- Fotografía 3.10** Intercalación de lutitas grises y limolitas de la Formación Jaguay Negro en la quebrada Pampa El Cardo.
- Fotografía 3.11** Secuencia estrato decreciente de conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas, perteneciente a la Formación Encuentros en la quebrada La Ventana.
- Fotografía 3.12** Conglomerados con clastos de areniscas, esquistos y cuarcitas en el lecho de la quebrada Perritas.
- Fotografía 3.13** Afloramiento de lodolitas grises deleznales de la Formación Pazul. Vista al SE de la margen derecha del río Pazul.
- Fotografía 3.14** Afloramiento de areniscas grises pertenecientes al Grupo Salinas en la margen izquierda de la quebrada Yerba Buena.
- Fotografía 3.15** Intercalación de areniscas de grano medio con lutitas gris verdosas de la Formación Verdún. Vista al norte de la quebrada Faiquillal.
- Fotografía 3.16** Lutitas intercaladas con limolitas de la Formación Chira en la quebrada Cerro Negro de la localidad de Totorá.
- Fotografía 3.17** Areniscas de grano medio intercaladas con delgados niveles de lutitas de la Formación Máncora. Vista al NE de la quebrada Pilar.
- Fotografía 3.18** Formación Cardalitos, areniscas beige amarillentas poco compactadas y sobre estas arcillitas grises moderadamente oxidadas.
- Fotografía 3.19** Granito del Paleozoico en la margen derecha de la quebrada Ocumares. Nótese la orientación definida de los minerales máficos.
- Fotografía 3.20** Granito con gneisificación incipiente cortado por aplita de aproximadamente 15 cm de espesor.
- Fotografía 3.21** Diorita fuertemente fracturada con relleno de óxidos de hierro. Localidad de Carrizalillo (coordenadas UTM WGS84: 9491628 N, 576668 E).
- Fotografía 3.22** Granodiorita cortada por un dique andesítico. Vista al NO de la margen derecha de la quebrada Del Salado, localidad de Los Encuentros de Pichones.
- Fotografía 3.23** Monzogranito gris rosado, ubicado en la quebrada Chipillico de la localidad de Las Lomas (coordenadas UTM WGS84: 9483591 N, 583192 E).

- Fotografía 3.24** Granodiorita cortada por un dique andesítico y venillas de clorita-epídota. Lecho de la quebrada Suyo.
- Fotografía 3.25** Muestra de granito alterado en el lecho de la quebrada Tumbes.
- Fotografía 4.1** Afloramiento de filitas con venillas de cuarzo y pátinas de óxidos de hierro en la localidad de Huaynaso.
- Fotografía 4.2** Areniscas félsicas y lutitas plegadas de la Formación Jaguay Negro, quebrada Peña Blanca.

### **Cuadros**

- Cuadro 2.1** Inventario de conflictos socioambientales.
- Cuadro 3.1** Dataciones radiométricas.
- Cuadro 5.1** Clasificación de la mineralización metálica.
- Cuadro 5.2** Dominios metalogenéticos propuestos.
- Cuadro 6.1** Estadística descriptiva del antimonio según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.2** Estadística descriptiva del arsénico según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.3** Estadística descriptiva del bario según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.4** Estadística descriptiva del cadmio según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.5** Estadística descriptiva del cobalto según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.6** Estadística descriptiva del cobre según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.7** Estadística descriptiva del cromo según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.8** Estadística descriptiva del manganeso según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.9** Estadística descriptiva del mercurio según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.10** Estadística descriptiva del molibdeno según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.11** Estadística descriptiva del níquel según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.12** Estadística descriptiva del oro según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.13** Estadística descriptiva de la plata según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.14** Estadística descriptiva del plomo según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.15** Estadística descriptiva del uranio según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.16** Estadística descriptiva del vanadio según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.17** Estadística descriptiva del wolframio según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.18** Estadística descriptiva del zinc según dominio litoestratigráfico.
- Cuadro 6.19** Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico.
- Cuadro 6.20** Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico.
- Cuadro 6.21** Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades volcánicas sedimentarias del Cretácico.
- Cuadro 6.22** Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior.
- Cuadro 6.23** Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno.
- Cuadro 6.24** Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Paleozoico-Triásico.
- Cuadro 6.25** Principales correlaciones en sedimentos procedentes de unidades intrusivas del Cretácico superior-Paleógeno.
- Cuadro 6.26** Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades metamórficas del Paleozoico.

- Cuadro 6.27** Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleozoico.
- Cuadro 6.28** Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico inferior.
- Cuadro 6.29** Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades volcánico sedimentarias del Cretácico.
- Cuadro 6.30** Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Cretácico superior.
- Cuadro 6.31** Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de unidades sedimentarias silicoclásticas del Paleógeno-Neógeno.
- Cuadro 6.32** Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de intrusivos del Paleozoico-Triásico.
- Cuadro 6.33** Principales anomalías geoquímicas en sedimentos procedentes de intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno.





Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima 41, Perú

Teléfono: 051 - 1- 618 9800

Fax: 051-1-225-3063 | 051-1-225-4540

[www.gob.pe/ingemmet](http://www.gob.pe/ingemmet)

[comunicacion@ingemmet.gob.pe](mailto:comunicacion@ingemmet.gob.pe)