

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERO GEÓLOGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**PROSPECCIÓN MINERA EN EL SUR-ORIENTE DE GUATEMALA:
MAPEO GEOLÓGICO A ESCALA 1: 5 000 Y PROSPECCIÓN
GEOQUÍMICA DE 20 km² UBICADOS AL ESTE DEL
CUADRÁNGULO LAGUNA DE RETANA, ENTRE LOS
DEPARTAMENTOS DE JALAPA Y JUTIAPA**

NORMAN CONRADO HIDALGO DE LEÓN

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERO GEÓLOGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PROSPECCIÓN MINERA EN EL SUR-ORIENTE DE GUATEMALA:
MAPEO GEOLÓGICO A ESCALA 1: 5 000 Y PROSPECCIÓN
GEOQUÍMICA DE 20 km² UBICADOS AL ESTE DEL
CUADRÁNGULO LAGUNA DE RETANA, ENTRE LOS
DEPARTAMENTOS DE JALAPA Y JUTIAPA

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR

NORMAN CONRADO HIDALGO DE LEÓN

CARNÉ 200440036

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓLOGO

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2016

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
SECRETARIA: Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTE DOCENTE: Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj
REPRESENTANTE EGRESADOS: Lic. En Admón. Fredy Fernando Lemus Morales
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda Milián
PEM. Cesar Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Geól. Sergio David Morán Ical

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR: Ing. Geól. Osmín Jared Vásquez Hernández
SECRETARIA: Ing. Geól. Silvia Frine Cortez Bendfeldt
VOCAL: Ing. Geól. Ricardo Enrique Milian de la Cruz

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. Civil *MSc* Julio Enrique Reynosa Mejía

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geól. Edwin Orlando Yash Asencio

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Geól. Bernie Gamaliel Castillo Moeschler

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE – CUNOR –
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
Telefax: 7952-1064 y 7956-6600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
E-mail: geologiausac@gmail.com

Ref. 15-CG-63/2015.
02 de febrero de 2015.

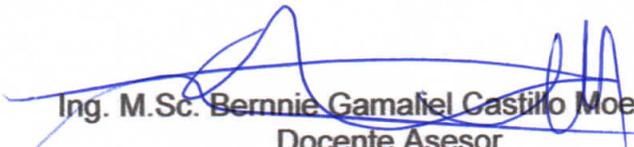
Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Carrera Geología
CUNOR

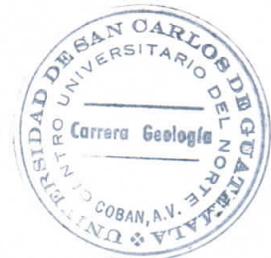
Respetables Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **ASESORÍA** del informe final de Trabajo de Graduación del T.U. **GEOL. NORMAN CONRADO HIDALGO DE LEÓN**, carné No. **200440036**, titulado: **“PROSPECCIÓN MINERA EN EL SUR-ORIENTE DE GUATEMALA: MAPEO GEOLÓGICO A ESCALA 1:5 000 Y PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE UN ÁREA DE 20 KM² UBICADA AL ESTE DEL CUADRÁNGULO LAGUNA DE RETANA, ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE JALAPA Y JUTIAPA”**, el cual considero llena los requisitos establecidos para su aprobación, por lo que someto a consideración de ustedes dicho informe.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. M.Sc. **Bernnie Gamaliel Castillo Moeschler**
Docente Asesor
Carrera Geología, CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566 600 Ext. 209
Guatemala, C. A.
c. e.: geologiausac@gmail.com

Ref. 15-CG-246/2016
19 de agosto de 2016

Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Carrera Geología
CUNOR

Respetables Señores:

Por este medio informo a ustedes que he procedido a la **REVISIÓN** del informe final de Trabajo de Graduación del T.U. **GEÓL. NORMAN CONRADO HIDALGO DE LEÓN**, carné n.º **200440036**, titulado: **“PROSPECCIÓN MINERA EN EL SURORIENTE DE GUATEMALA: MAPEO GEOLÓGICO A ESCALA 1:5 000 Y PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE UN ÁREA DE 20 km² UBICADA AL ESTE DEL CUADRÁNGULO LAGUNA DE RETANA, ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE JALAPA Y JUTIAPA”**, el cual considero llena los requisitos establecidos para su aprobación, por lo que someto a consideración de ustedes dicho informe.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Geol. Edwin Orlando Yash Asencio
Docente Revisor
Carrera Geología
CUNOR



c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA GEOLOGÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz

PBX: 79 566 600 Ext. 209

Guatemala, C. A.

c. e.: geologiausac@gmail.com

Ref. 15-CG-259/2016

08 de septiembre de 2016

Señores
Comisión Trabajos de Graduación
Carrera Geología
CUNOR

Respetables Señores:

Por este medio remito el informe Final de Trabajo de Graduación a nivel de grado titulado: **“PROSPECCIÓN MINERA EN EL SURORIENTE DE GUATEMALA: MAPEO GEOLÓGICO A ESCALA 1:5 000 Y PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE UN ÁREA DE 20 km² UBICADA AL ESTE DEL CUADRÁNGULO LAGUNA DE RETANA, ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE JALAPA Y JUTIAPA”**, realizado por el (la) T.U. GEÓL. **NORMAN CONRADO HIDALGO DE LEÓN**, carné n.º **200440036**, el cual ya fue revisado por la **COMISIÓN DE REDACCIÓN Y ESTILO** de la Carrera de Geología, quienes consideramos llena los requisitos establecidos para su aprobación.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

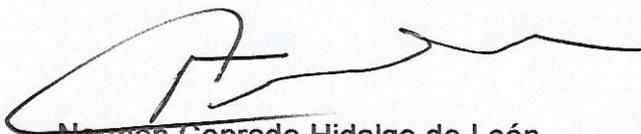

Ing. M. Sc. Julio Enrique Reynosa Mejía
Comisión Redacción y Estilo
Carrera Geología, CUNOR



c.c. archivo

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el Trabajo de Graduación titulado: **PROSPECCIÓN MINERA EN EL SUR-ORIENTE DE GUATEMALA: MAPEO GEOLÓGICO A ESCALA 1: 5 000 Y PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE 20 km² UBICADOS AL ESTE DEL CUADRÁNGULO LAGUNA DE RETANA, ENTRE LOS DEPARTAMENTOS DE JALAPA Y JUTIAPA**, como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero Geólogo.



Norman Conrado Hidalgo de León
Carné No. 200440036

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: Del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de la carrera, es la responsable de la estructura y la forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por el apoyo incondicional durante mi formación profesional y por los consejos sabios que supieron darme en los momentos difíciles para no dejarme caer y lograr la consecución de éste y otros acontecimientos importantes en mi vida, pero por sobre todo, gracias por el amor tan grande que me han dado.

A mis hermanos, por todos los bonitos momentos que hemos vivido y por la confianza que siempre me han dado, gracias por siempre haber creído en mí, los quiero mucho.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por abrirme sus puertas y brindarme los conocimientos que me permitieron realizarme profesionalmente.

A mi novia, por todas las palabras de aliento y amor que me motivaron a culminar este proyecto, a su lado la carga siempre fue más liviana, gracias flaca.

A la empresa Minera San Rafael S.A., en especial al departamento de exploración por haber proporcionado los recursos para la elaboración de este trabajo.

A los ingenieros Bernie Castillo y Julio Reynosa por el tiempo dedicado a la asesoría y revisión de este documento.

ÍNDICE GENERAL

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	v
LISTADO DE SÍMBOLOS	v
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1	Introducción	1
1.2	Planteamiento del problema	2
1.3	Justificación	2
1.4	Hipótesis	3
1.5	Antecedentes	3
1.6	Objetivos	5
	1.6.1 General	5
	1.6.2 Específicos	5
1.7	Alcance y delimitación	5
	1.7.1 Alcance explicativo	5
	1.7.2 Delimitación espacial	5
1.8	Localización y extensión del área	6
	1.8.1 Ubicación	6
	1.8.2 Accesos	8
1.9	Marco teórico	9
	1.9.1 Geología regional	9
	1.9.2 Marco tectónico regional	11
	1.9.3 La anomalía geoquímica	14
	1.9.4 Espectrometría de emisión por fuente de plasma acoplado inductivamente	16
	1.9.5 Análisis estadístico univariado	18
	1.9.6 Estadística descriptiva	18
	1.9.7 Distribución normal	18
	1.9.8 Distribución lognormal	19

1.9.9	Modelo de depósito mineral	20
1.10	Marco metodológico	20
1.10.1	Etapa de recolección y análisis bibliográfico	20
1.10.2	Etapa de campo	21
1.10.3	Etapa de laboratorio	21
1.10.4	Etapa de gabinete	21

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1	Generalidades	23
2.2	La secuencia de exploración	24
2.3	Estudios geoquímicos en muestras de roca	25
2.4	Estudios geoquímicos en muestras de suelo	28
2.5	Métodos estadísticos para la exploración geoquímica	32
2.6	Tratamiento estadístico	34
2.7	Modelo de depósito	37

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1	Geología del área	41
	3.1.1 Unidad de Tobas líticas (TI)	41
	3.1.2 Unidad de Basalto (B)	43
	3.1.3 Unidad de Cenizas (Qc)	45
	3.1.4 Unidad de Depósitos aluviales (Qal)	45
3.2	Geología estructural	48
3.3	Alteraciones hidrotermales	51
3.4	Delimitación de área principal de prospección y muestreo	62
3.5	Interpretación estadística básica de la información geoquímica de muestras de roca	64
	3.5.1 Comportamiento geoquímico-estadístico general	66
	3.5.2 Coeficiente de correlación	68
	3.5.3 Distribución de los elementos	70
	3.5.4 Anomalías geoquímicas en muestras de roca	75
	3.5.4.1 Comportamiento geoquímico del Au en muestras de roca	75
	3.5.4.2 Comportamiento geoquímico de Ag en muestras de roca	79
	3.5.4.3 Comportamiento geoquímico de As en muestras de roca	82

3.5.4.4	Comportamiento geoquímico de Bi en muestras de roca	86
3.5.4.5	Comportamiento geoquímico de Mo en muestras de roca	89
3.5.4.6	Comportamiento geoquímico de Pb en muestras de roca	92
3.5.4.7	Comportamiento geoquímico de Sb en muestras de roca	96
3.6	Interpretación estadística básica de la información geoquímica de muestras de suelo	99
3.6.1	Comportamiento geoquímico estadístico general en muestras de suelo	102
3.6.2	Coeficiente de correlación	
3.6.3	Distribución de los elementos y zonas anómalas	106
3.6.3.1	Comportamiento geoquímico de As en muestras de suelo	107
3.6.3.2	Comportamiento geoquímico de Ag en muestras de suelo	111
3.6.3.3	Comportamiento geoquímico de Mo en muestras de suelo	115
3.6.3.4	Comportamiento geoquímico de Pb en muestras de suelo	118
3.7	Asociación de los elementos	121
3.7.1	Elementos indicadores	124
3.8	Propuesta de modelo de depósito mineral	127
3.9	Conclusiones	133
3.10	Recomendaciones	135
	Bibliografía	137

ANEXOS

1	Tabla de resultados de análisis geoquímico de muestras de roca	139
2	Características geoquímico-estadísticas de elementos con anomalías no significativas en muestras de roca	153
3	Tabla de resultados de análisis geoquímico de muestras de suelo	193
4	Características geoquímico-estadísticas de elementos con Anomalías no significativas en muestras de suelo	203

ABREVIATURAS Y SIGLAS

cm:	Centímetros
E:	<i>East</i>
ICP:	<i>Inductivelycoupled plasma</i>
JICA:	<i>Japan International Cooperation Agency</i>
Km:	Kilómetros
Km²:	Kilómetros cuadrados
KOICA:	<i>Koreainternationalcooperationagency</i>
M:	Metros
MEM:	Ministerio de energía y minas
MMAJ:	<i>Metalic Minerals Agency of Japan</i>
N:	<i>North</i>
NW:	<i>Northwest</i>
O:	Oeste
Ppb:	Partes por billón
Ppm:	Partes por millón
S:	<i>South</i>
UTM:	Universal transversal de Mercator
W:	<i>West</i>

LISTADO DE SÍMBOLOS

Ag:	Plata
Al:	Aluminio
As:	Arsénico
Au:	Oro
Ba:	Bario
Bi:	Bismuto
Ca:	Calcio
Cd:	Cadmio
Co :	Cobalto
Cr:	Cromo
Cu:	Cobre
Fe:	Hierro
Hg:	Mercurio
K:	Potasio
La:	Lantano
Mg:	Magnesio
Mn:	Manganeso
Mo:	Molibdeno
Na:	Sodio
Ni:	Níquel
P:	Fósforo
Pb:	Plomo
Sb:	Antimonio

Mg:	Magnesio
Mn:	Manganeso
Mo:	Molibdeno
Na:	Sodio
Ni:	Níquel
P:	Fósforo
Pb:	Plomo
Sb:	Antimonio
Sc:	Escandio
Sr:	Estroncio
Ta:	Tántalo
Ti:	Titanio
V:	Vanadio
W:	Wolframio
Zn:	Zinc
Zr:	Zirconio
σ:	Desviación estándar

ÍNDICE DE TABLAS

1	Coordenadas de vértices de área	6
2	Coordenadas de vértices de área principal de prospección	62
3	Comportamiento geoquímico-estadístico de muestras de roca en la zona de El Pinal	66
4	Abundancia de elementos en rocas ígneas comunes	67
5	Coefficientes de correlación para contenido de elementos en muestras de roca	69
6	Comportamiento geoquímico-estadístico del Au en muestras de roca	75
7	Comportamiento geoquímico-estadístico de Ag en muestras de roca	79
8	Comportamiento geoquímico-estadístico del As en muestras de roca de roca	83
9	Comportamiento geoquímico-estadístico del Bi en muestras de roca	86
10	Comportamiento geoquímico-estadístico del Mo en muestras de roca	89
11	Comportamiento geoquímico-estadístico del Pb en muestras de roca	93
12	Comportamiento geoquímico-estadístico del Sb en muestras de roca	96
13	Comportamiento geoquímico-estadístico para muestras de suelo en la zona de El Pinal	102
14	Coefficientes de correlación para contenido de elementos en muestras de roca	105
15	Comportamiento geoquímico-estadístico del As en muestras de suelo	107
16	Comportamiento geoquímico-estadístico de Ag en muestras de suelo	112
17	Comportamiento geoquímico-estadístico del Mo en muestras de suelo	115
18	Comportamiento geoquímico-estadístico del Pb en muestras	118
19	Algunas asociaciones comunes de elementos	122
20	Comparación de contenido de metales en muestras de roca	123
21	Comparación de contenido de metales en muestras de suelo	124
22	Elementos indicadores	125
23	Modelo descriptivo de Au-Ag de fuente termal	130

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Muestra de fragmentos seleccionados	26
2	Muestra de canal	27
3	Muestreo de suelo	31
4	Afloramiento de basalto	44
5	Afloramiento de ceniza	45
6	<i>Stockwork</i> de cuarzo	53
7	Sílice opalino	53
8	Veta de cuarzo	54
9	Sílice con textura <i>vuggy</i>	54
10	Bloques rodados de cuarzo hidrotermal	58

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Ubicación del área	7
2	Accesos	8
3	Mapa geológico simplificado del Bloque Chortí en Guatemala	10
4	Rasgos tectónicos regionales de Centro América norte	12
5	Sistema de fallas de Guatemala	13
6	Valores locales y regionales de umbral o <i>threshold</i>	15
7	Histograma de frecuencia con curvas de normalidad para Pb	35
8	Gráficos Cuantil-Cuantil para datos de concentración de Ag en muestras de roca	36
9	Ambientes geológico tectónicos de formación de depósitos minerales	38
10	Afloramientos de toba lítica	42
11	Sección delgada de muestra de toba lítica	42
12	Sección delgada de basalto	44
13	Afloramientos de depósitos aluviales	46
14	Geología estructural regional y su relación con el área de El Pinal	48
15	Mapa de estructuras en la zona de El Pinal	49
16	Orientación promedio de fallas y fracturas	50
17	Orientación promedio de vetas de cuarzo	51
18	Argilización en tobas líticas	52
19	Texturas en vetas de cuarzo hidrotermal zona El Pinal	55
20	Sección delgada de muestra TG-10608	56
21	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Au en muestras de roca	76
22	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Ag en muestras de roca	80
23	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para As en muestras de roca	83
24	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Bi en muestras de roca	87
25	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Mo en muestras de roca	90
26	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Pb en muestras de roca	93
27	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Sb en muestras de roca	97
28	Rango de contenidos de elementos menores seleccionados en suelo Normal	103
29	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para As en muestras de suelo	108
30	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Ag en muestras de suelo	112

31	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Mo en muestras de roca	116
32	Gráfico Cuantil-Cuantil de normalidad e histograma de frecuencia para Pb en muestras de roca	119
33	Geología y ubicaciones de depósitos minerales en Guatemala	129
34	Esquema de sección transversal para el depósito de fuente termal De Au – Ag.	131

ÍNDICE DE MAPAS

1	Ubicación de muestras de roca	28
2	Disposición de transversales para muestras de suelo	32
3	Geología de la zona El Pinal	47
4	Zonas de alteración hidrotermal en la parte norte del área El Pinal	57
5	Zonas de alteración hidrotermal en la parte sur del área El Pinal	61
6	Delimitación de área principal de prospección	63
7	Ubicación de muestras de roca en la zona de El Pinal	65
8	Anomalías geoquímicas de Au en muestras de roca	78
9	Anomalías geoquímicas de Ag en muestras de roca	81
10	Anomalías geoquímicas de As en muestras de roca	85
11	Anomalías geoquímicas de Bi en muestras de roca	88
12	Anomalías geoquímicas de Mo en muestras de roca	91
13	Anomalías geoquímicas de Pb en muestras de roca	95
14	Anomalías geoquímicas de Sb en muestras de roca	98
15	Ubicación de muestras de suelo en la zona de El Pinal	101
16	Interpolación de valores de concentración de As en muestras de suelo	110
17	Interpolación de valores de concentración de Ag en muestras de suelo	114
18	Interpolación de valores de concentración de Mo en muestras de Suelo	117
19	Interpolación de valores de concentración de Pb en muestras de suelo	120

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en los alrededores de la comunidad de El Pinal, ubicada al oeste del municipio de Monjas, Jalapa. Se definió que en ese lugar aflora una secuencia de rocas volcánicas compuesta principalmente por tobas líticas que predominan en la parte central y se extienden hacia el este; hacia el oeste son cubiertas por basaltos y depósitos cuaternarios que ocupan la mayoría del terreno en ese sector.

Como resultado del programa de exploración, se descubrieron dos zonas con potencial para realizar trabajos de prospección a detalle, la primera se ubica al norte de la comunidad El Pinal y consiste de halos de fuerte alteración argílica de hasta 600 m, con filones y *stockworks* de cuarzo, la segunda se encuentra al sureste y la constituyen bloques de cuarzo y halos de argilización de algunos metros de extensión. Ambas zonas se encuentran encajadas en la Unidad de Tobas líticas

El análisis geoquímico-estadístico de muestras de suelo y de roca tomadas durante los trabajos de prospección, permitió identificar anomalías significativas para 7 elementos, siendo estos Au, Ag, As, Bi, Mo, Pb y Sb, con valores máximos de 1,955 ppm, 1 133,2 ppm, 3 067 ppm, 7 ppm, 260 ppm, 997 ppm y 17 ppm, respectivamente. Los mapas temáticos de muestras de roca muestran la distribución de los distintos elementos en el área, y los mapas de interpolación de muestras de suelo resaltan las zonas anómalas mediante contornos con distintos rangos de concentraciones.

La tendencia estructural que controla las zonas de alteración y de enriquecimiento de metales se define en una dirección promedio de N315°, mediante planos de estructuras y patrones geoquímicos.

Los distintos atributos geológicos descritos en este trabajo, indican que la zona de El Pinal forma parte de un modelo de depósito de Au – Ag de fuente termal.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

Este trabajo está centrado en el análisis e interpretación de zonas anómalas de metales preciosos y otros elementos de interés, las cuales se determinaron mediante un programa de exploración inicial en un área de 20 km², los recorridos de reconocimiento permitieron identificar distintos objetivos con potencial contenidos en un área de 9 km² dentro de la zona inicial de estudio.

El mapeo geológico permitió definir las unidades de roca y zonas de alteración hidrotermal relacionadas que afloran en el área, así como también los controles estructurales que están relacionados a estas zonas de alteración.

Con el análisis estadístico realizado a los resultados de laboratorio de muestras de roca y de suelos, se determinaron los valores de fondo y de umbral para los distintos elementos, en muestras de roca estos valores se utilizaron para confeccionar mapas temáticos de contenido de elementos.

Para muestras de suelos se realizaron interpolaciones de los contenidos de los distintos metales, con el uso del método de *kriging*, ya que la configuración espacial de las muestras lo permite.

Los distintos atributos geológicos identificados en el área, como la litología, halos geoquímicos, estructuras geológicas, y el contexto litotectónico regional, ubican a la zona de El Pinal como parte de un modelo de depósito de fuente termal de Au – Ag.

La información obtenida para realizar este trabajo es producto de un programa de exploración financiado por la empresa Minera San Rafael S.A. que se llevó a cabo dentro de la licencia de exploración denominada Lucero la cual se encuentra ubicada en la parte sur del departamento de Jalapa.

1.2 El problema

El área de trabajo forma parte de la concesión minera llamada Lucero, otorgada a la empresa Minera San Rafael S.A., por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), la información geológica y geoquímica que existe de esta concesión es limitada, por lo que se necesita definir la geología del lugar y determinar si existen concentraciones anómalas de metales de interés, las cuales, puedan servir como guía para el descubrimiento de algún depósito mineral.

1.3 Justificación

El interés por descubrir nuevos depósitos minerales de valor económico, hace necesario llevar a cabo trabajos de exploración a detalle en las distintas zonas en las que se tiene alguna evidencia de que estos depósitos puedan estar ubicados, estos trabajos de exploración van desde el reconocimiento general de un área a estudios geológicos más detallados.

Se pretende con esta investigación contribuir a que se enriquezca la información geológica de Guatemala, con trabajos de prospección a detalle en la zona de El Pinal, en la cual no existe cartografía detallada ni algún tipo de muestreo y análisis geoquímico que permita esclarecer si hay anomalías de metales de interés económico, para que en un futuro se realicen trabajos de exploración más exhaustivos que ayuden a comprender de mejor manera los distintos ambientes geológicos del país, y que también sirva como incentivo para nuevas inversiones que ayuden al desarrollo de la zona.

1.4 Hipótesis

Las anomalías geoquímicas de metales en la zona de El Pinal están relacionadas a un evento de geotermalismo que se evidencia en la alteración hidrotermal de la litología y estructuras geológicas.

1.5 Antecedentes

Regionalmente se han efectuado varios estudios geológicos que van desde estudios regionales, hasta análisis enfocados a áreas específicas:

Roberts, Ralph J. y Irving, Earl M. (1957) en una publicación titulada "*Mineral Deposits of Central America*" (Depósitos Minerales de Centro América) reportan depósitos de cromita en el norte de la cabecera departamental de Jalapa, incluidos en un distrito compuesto por tres yacimientos, Corona, La Gringa y La Paz, asimismo mencionan un depósito de cobre y plata al sureste de la villa de Mataquescuintla, el cual lleva el mismo nombre de esta localidad.¹

El MEM registra varios estudios de exploración de minerales en el territorio de Guatemala, se hace mención aquí de los que se llevaron a cabo en el sureste de la República: el primero se titula Estudio sobre la

¹Roberts, Ralph J., Irving, Earl M., *MINERAL DEPOSITS OF CENTRAL AMERICA* (Estados Unidos: U. S. Geological Survey bulletin 1034, 1957), 56.

exploración minera en las áreas de Chiquimula, Mataquescuintla y Llano del Coyote de la República de Guatemala (1980 – 1982). El cual fue realizado por JICA y la Agencia de Minerales Metálicos de Japón (*MMAJ* por sus siglas en inglés). Este estudio se desarrolló en tres fases y en el mismo reportan anomalías geoquímicas de metales tanto en superficie como en pozos de perforación.²

La Agencia de Cooperación Internacional de Korea (*KOICA* por sus siglas en inglés), en cooperación con el MEM, realizó trabajos de exploración en el oriente del país y publicó en 1998 un trabajo titulado “*THE GEOCHEMICAL EXPLORATION PROJECT IN THE VOLCANIC AND METAMORPHIC AREA IN THE MOTAGUA BASIN OF GUATEMALA*”, en el cual reportan zonas con anomalías de metales en las localidades de San Agustín Acasaguastlan, La Unión y Quebradas, en Zacapa.

Trabajos más específicos realizados en el occidente del país, y que guardan relación con el tema a investigar incluyen: Chiquín, Carlos (1998), Tesis de Grado “Geología del Área mineralizada, Pueblo Viejo, San Sebastián Huehuetenango”. Díaz, Francisco (2000) Tesis de Grado, “Geología de Zonas Mineralizadas, en áreas de San Sebastián, Huehuetenango y Prospección Minera de las minas Santa Rita, San Cristóbal y el área de Explotación Mississippi I”. Más recientemente López, Armando (2008), Tesis de Grado “PROSPECCIÓN MINERA EN EL OCCIDENTE DE GUATEMALA: Mapeo geológico y Prospección Geoquímica de un área ubicada al este del cuadrángulo Comitancillo, entre los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapan.

² Dirección General de Minería, *MINERIA EN GUATEMALA*, (Guatemala: Ministerio de Energía y Minas, 2003), 17.

1.6 Objetivos

1.6.1 General

- Interpretar en base al estudio geológico y prospección geoquímica la relación que tienen las anomalías de metales preciosos con los distintos tipos de alteración hidrotermal y estructuras presentes en los 20km² a estudiar.

1.6.2 Específicos

- a.) Analizar mediante estadística univariada los distintos elementos de interés para identificar áreas anómalas.
- b.) Definir el control de mineralización.
- c.) Determinar si los distintos atributos geológico-geoquímicos descritos corresponden a algún modelo de depósito mineral.

1.7 Alcance y delimitación

1.7.1 Alcance explicativo

Dar a conocer las zonas con anomalías de metales que se encuentran en la zona El Pinal, Jalapa, y su relación con los rasgos geológicos y estructurales.

1.7.2 Delimitación espacial

Esta investigación se desarrolló en una superficie de 20 km² en jurisdicción municipal de Jalapa.

1.8 Localización y extensión del área

1.8.1 Ubicación

El área de estudio se encuentra en el sur oriente del país, en el departamento de Jalapa, al oeste de la cabecera municipal de Monjas y al norte de la cabecera departamental de Jutiapa, a inmediaciones de la comunidad El Pinal. En la esquina noroeste de la hoja topográfica Laguna de Retana, a escala 1:50000 editada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en 1986.

Abarca una extensión de 20 km², que están delimitados por cuatro vértices, cuyas coordenadas se presentan la tabla 1.

TABLA 1

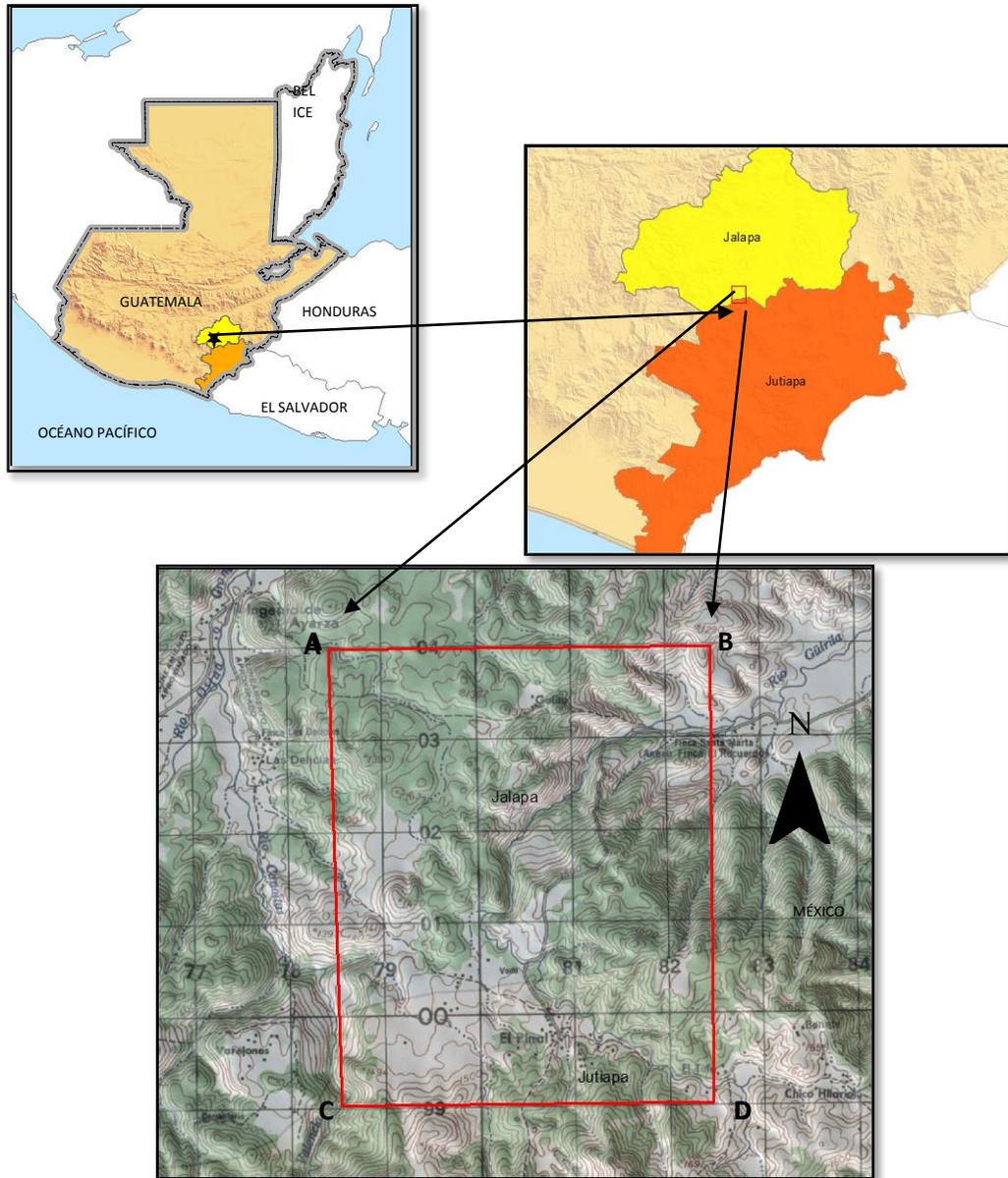
COORDENADAS DE VÉRTICES DE ÁREA

VERTICE	NORTE	ESTE
A	1603000	178500
B	1603000	182500
C	1598000	178500
D	1598000	182500

Fuente Tomados de la hoja topográfica Laguna de Retana, IGN, 1986.

Estos vértices se pueden observar en la figura 1, que es un mapa de ubicación que incluye un fragmento de la hoja topográfica Laguna de Retana y la ubicación regional.

FIGURA 1
UBICACIÓN DEL ÁREA



Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

1.8.2 Accesos

Desde la ciudad capital se puede llegar mediante la carretera CA-14, la cual conecta con el desvío hacia la carretera CA-19 en Sanarate; esta última llega hasta Monjas Jalapa, estas carreteras son asfaltadas, luego se debe de tomar el desvío hacia la comunidad El Pinal por carretera de terracería. Este recorrido es de aproximadamente 180 km.

Desde Cobán se debe de seguir la carretera CA-14 en dirección a la capital hasta llegar a Sanarate, luego se debe de seguir la carretera CA-19 hacia Jalapa, esta misma ruta conduce hacia el municipio de Monjas en donde se encuentra el cruce hacia la comunidad de El Pinal, este recorrido es de aproximadamente 250 km. En la figura 2 se observa la zona con sus respectivos accesos.

FIGURA 2

ACCESOS



Fuente: Investigación de campo, 2014.

1.9 Marco teórico

Se describen a continuación las unidades de roca regionales que según el mapa geológico de Guatemala afloran en el área de interés y sus alrededores, así como también los principales rasgos estructurales a nivel regional.

1.9.1 Geología regional

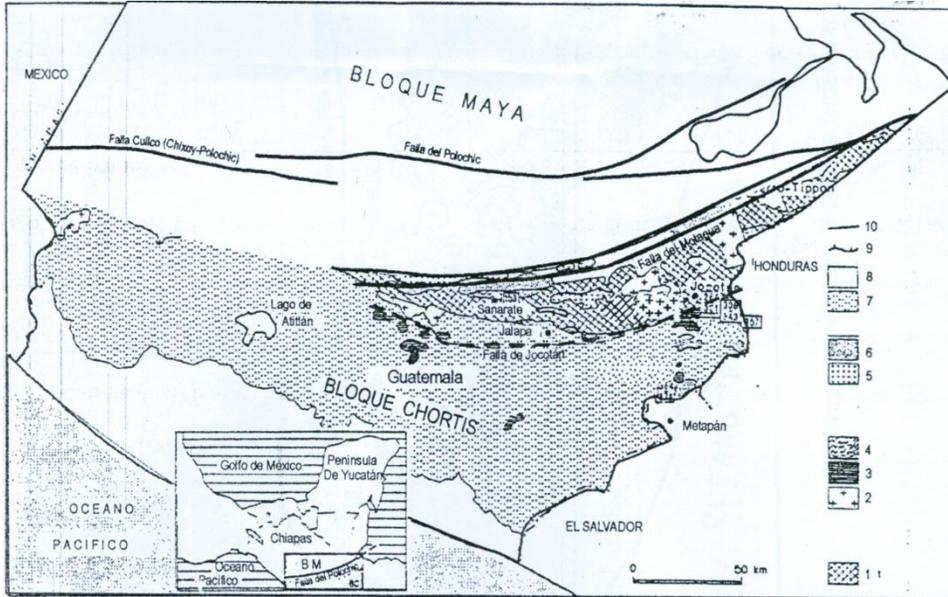
Al este de la caldera de Ayarza, el área está ubicada en el Bloque Chortí, el cual, a grandes rasgos, consiste de una cordillera de rocas metamórficas y plutónicas que se extiende desde el norte de la ciudad de Guatemala, hacia la costa norte de Honduras en sentido *E-NW*.

Además también incluye rocas ígneas y metamórficas Paleozoicas y Precámbricas; capas rojas, carbonatos, clásticos, rocas volcánicas Mesozoicas, y rocas marinas, continentales y volcánicas del Cenozoico. El espesor agregado de las capas es de alrededor de 4 000 m.³ El mapa de la figura 3 muestra la ubicación de estas rocas.

³ Edgar Rolando Pérez Bol. 2000. *Léxico Estratigráfico del Bloque Chortí en Guatemala.*, p. 8

FIGURA 3

MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DEL BLOQUE CHORTÍ EN GUATEMALA



Fuente: tomado de *Léxico Estratigráfico del Bloque Chortí en Guatemala*, Edgar Rolando Pérez Bol. 2000.

El mapa geológico de Guatemala indica que en la zona afloran rocas volcánicas del terciario; Según Donnelly *et. al.* La estratigrafía volcánica del Oligoceno al reciente del sudoeste de Centro América, está dominada por volcanismo explosivo, que se dió a lo largo del “frente volcánico” desde el oeste de Guatemala hasta Panamá central. La estratigrafía es divisible en tres unidades generales:

1. Una secuencia inferior no datada y pobremente estudiada de lavas andesíticas, tobas y brechas correlacionadas con la formación Matagalpa,
2. Una secuencia gruesa del Mioceno medio, bajo de ignimbritas síliceas referidas como Grupo Padre Miguel, y

3. Sedimentos terrígenos y volcánicos post ignimbríticos generalmente sin nombre estratigráfico aplicado.⁴

1.9.2 Marco tectónico regional

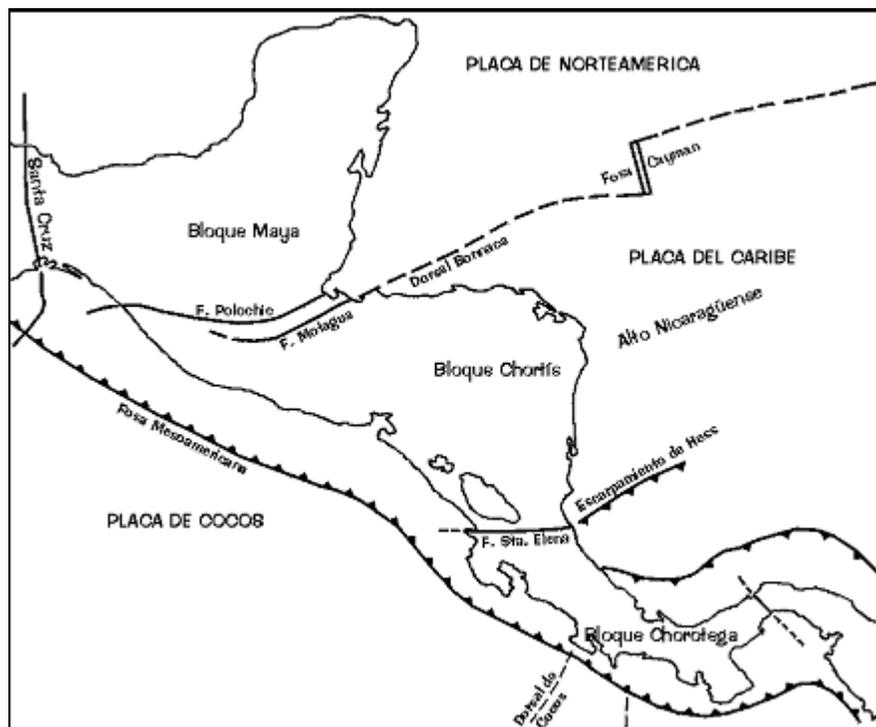
Guatemala se encuentra ubicada en la zona denominada Centro América Norte (la cual incluye Guatemala, el Salvador, Belice, Honduras y parte de Nicaragua), esta región está dividida en dos bloques tectónicos.

El Bloque Maya en donde se incluye la parte norte de Guatemala, Belice, la península de Yucatán, y el Bloque Chortís que contiene la parte sur de Guatemala, El Salvador, Honduras y una parte de Nicaragua. Ambos bloques están separados por la denominada Zona de Sutura del Motagua, que se encuentra a lo largo del río Motagua en el este y centro de Guatemala. Ambos bloques pueden apreciarse en la figura 4.

⁴ Donnelly, T.W. y otros, *Northern and Central America; The Maya and Chortís Blocks* (USA: The Geological Society of America, 1990)

FIGURA 4

RASGOS TECTÓNICOS REGIONALES DE CENTRO AMÉRICA NORTE



Fuente: Tomado de T.W. Donnelly et. al. 1990. *Northern Central America; The Maya and Chortís Blocks*.

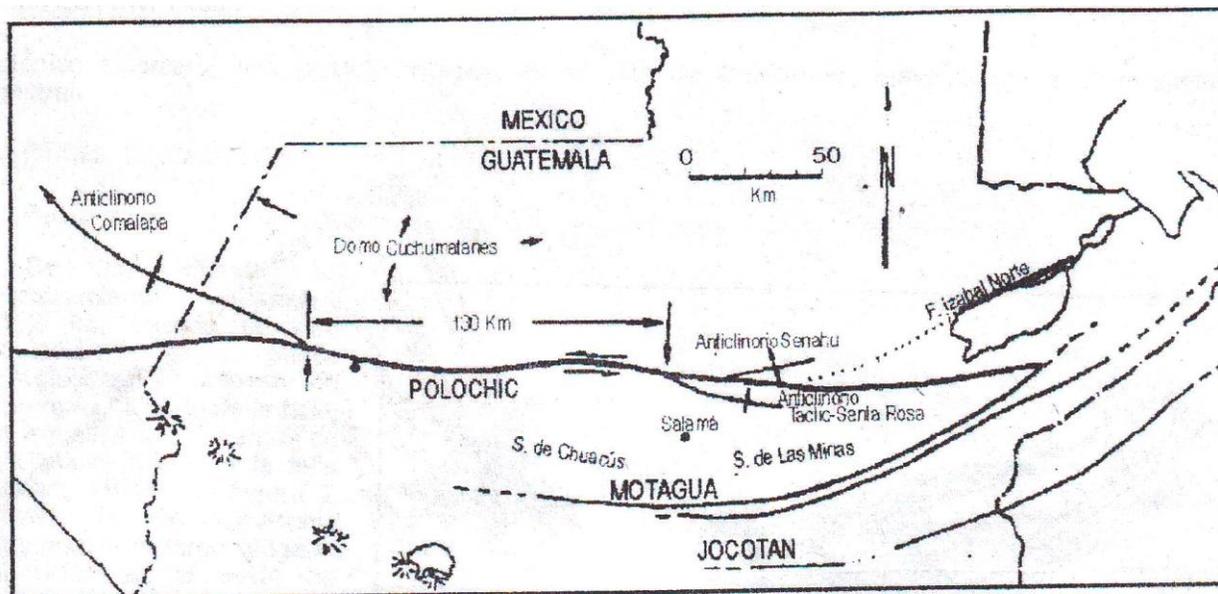
Desde el punto de vista tectónico, la República de Guatemala está ubicada dentro de la zona de convergencia de las placas de Norteamérica, del Caribe y de Cocos. De acuerdo con el conocimiento actual sobre la interacción de las placas: la placa del Caribe se desplaza hacia el este de la Norteamericana en forma transcurrente, lo cual está evidenciado por el sistema de fallas Motagua - Chixoy - Polochic; en el Sur, la placa de Cocos subduce bajo la placa del Caribe, lo cual ha dado lugar a la formación de la fosa Mesoamericana y la cordillera volcánica.

Conjuntamente con el sistema de fallas Motagua - Chixoy - Polochic, se desarrollaron otros de gran importancia, a nivel regional, tal el caso de la falla de Jocotán (ver figura) y el de la falla de Jalpatagua. La interacción de las tres placas tectónicas ha

generado esfuerzos tensionales dentro de la placa del Caribe, los cuales han provocado grandes sistemas de fallas normales (tipo *graben - horst*) de orientación norte - sur, como el de la ciudad de Guatemala.⁵ Estos rasgos se observan en la figura 5.

FIGURA 5

SISTEMA DE FALLAS DE GUATEMALA



Fuente: tomado de Burkart, B. 1983. Margen neógeno entre las placas Norte América-Caribe, a través de Centro América Norte: desplazamiento a lo largo de la Falla Polochic.

⁵Luna, J., Flores, O., López L., Pérez, C. 1993 *EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA* CESEM.

1.9.3 La anomalía geoquímica

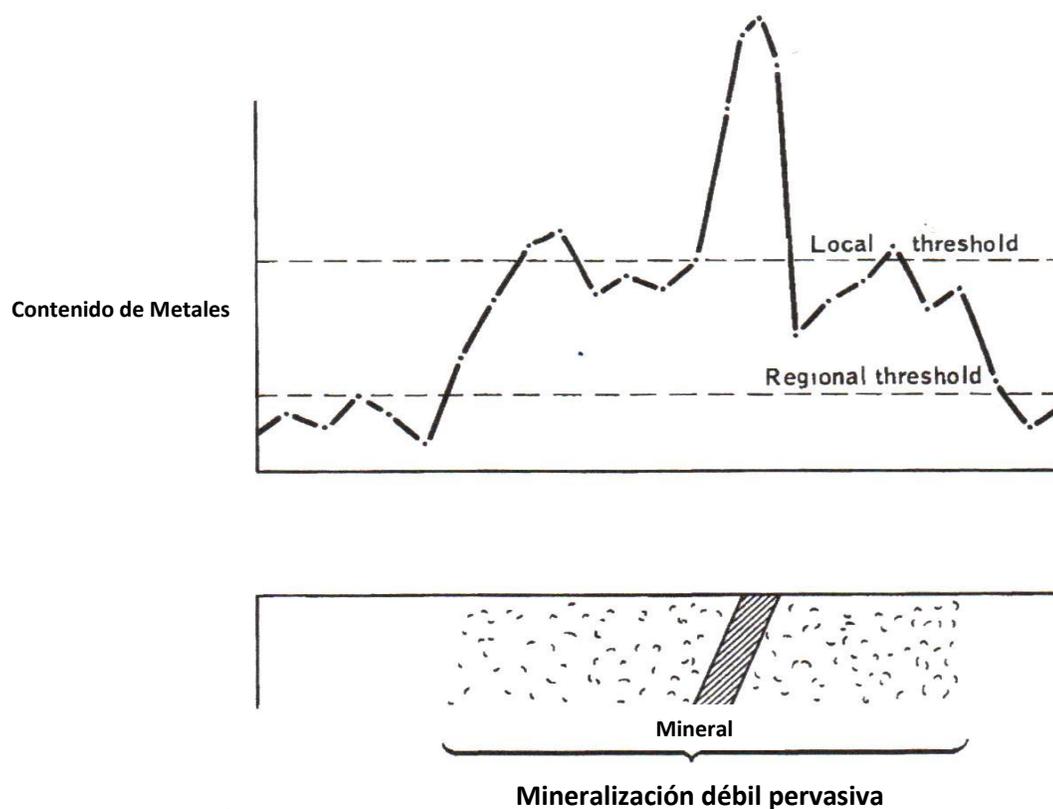
Por definición, una anomalía es una desviación de la norma. Según Hawkes (1962), una anomalía geoquímica, más específicamente, es un aumento o disminución de los patrones geoquímicos que son normales para un área o escenario geoquímico determinado. Un depósito mineral por ser un fenómeno relativamente raro o anormal, es en sí mismo, una anomalía geoquímica.

En adición a lo anterior, Hawkes también indica lo siguiente:

Las anomalías que están relacionadas a la mineralización y que pueden ser usadas como guías en exploración son referidas como anomalías *significativas*. Las anomalías que son superficialmente similares a las anomalías significativas, pero que no están relacionadas a la mineralización se conocen como anomalías *no significativas*. Para todos los propósitos prácticos, las anomalías significativas están caracterizadas sólo por concentraciones anormalmente altas de elementos indicadores; anomalías “negativas”, o patrones de valores anormalmente bajos, rara vez tienen alguna aplicación en exploración.⁶

⁶Herbert Hawkes, John Webb.: *GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION*(Nueva York: Harper & Row, 1962), 27.

FIGURA 6
VALORES LOCALES Y REGIONALES DE UMBRAL O *THRESHOLD*



Fuente: Herbert Hawkes, John Webb.: *GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION*, 2012.

En orden de definir que constituye una anomalía, se vuelve necesario establecer el umbral límite superior del valor de fondo normal. La magnitud de las anomalías puede entonces ser expresada en términos del contraste entre los valores pico y el umbral. Algunas veces las anomalías en si se encuentran en un área amplia de valores de umbral más altos de lo normal, presentando un relieve geoquímico compuesto de (1) un plano subyacente de valores de umbral regionales circundante, (2) un

límite de valores de umbral locales más altos, de las cuales se elevan (3) las anomalías como picos aislados.

En estas circunstancias el contraste de la anomalía está basado en el valor de umbral local. El reconocimiento de valores de umbral regionales y locales puede ser extremadamente importante en prospección, ya que puede ser posible limitar la búsqueda de anomalías pico a los límites de valores de umbral elevado locales delimitadas preliminarmente por un reconocimiento.

1.9.4 Espectrometría de emisión por fuente de plasma acoplado inductivamente

El método de análisis solicitado al laboratorio para conocer la composición de las muestras fue la espectrometría de emisión por fuente de plasma acoplado inductivamente o *ICP* por sus siglas en inglés, el cual se describe brevemente a continuación.

Sánchez & De Luxan (2014) se refieren al tema de la siguiente manera:

Plasma es un gas ionizado, eléctricamente neutro, confinado en un tubo de descarga. En su aplicación espectroscópica se denomina plasma a un gas parcialmente ionizado (basta con que lo estén el 1 % de sus átomos o moléculas), eléctricamente neutro en su conjunto y confinado en un campo electromagnético, existiendo un equilibrio entre partículas cargadas y neutras. Existen diferentes tipos de plasma en función de la forma de conseguir dicho equilibrio. Los campos magnéticos pueden interactuar con los plasmas. Una de estas interacciones es un acoplamiento inductivo de campos magnéticos variantes en el tiempo con el plasma.⁷

⁷ Sánchez I. De Luxan P. LA ESPECTROMETRIA DE EMISION POR FUENTE DE PLASMA ACOPLADO INDUCTIVAMENTE. P 32.
materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/.../953 visitado el 15/09/2014

En el plasma *ICP* (*Inductively Coupled Plasma*), la ionización se realiza mediante una corriente inducida de alta frecuencia. Las temperaturas en un plasma *ICP* son muy elevadas (4 000-10 000° K) y son suficientes para disociar las combinaciones químicas estables, incluso los óxidos refractarios, eliminándose las interferencias químicas. Estos plasmas pueden estar o no en equilibrio termodinámico. Para conseguir la ionización se hace circular el gas por una serie de tubos concéntricos, que constituyen la "antorcha", pieza clave en un equipo de plasma. Al final de la misma se encuentra una bobina de inducción, alimentada por un generador de alta frecuencia. En principio, es necesario iniciar la ionización del gas utilizando un medio auxiliar, chispa Tesla que luego se mantiene por la corriente de alta frecuencia que fluye a través de la bobina de inducción. El efecto es la aparición de un campo magnético, cuyas líneas de fuerza se orientan axialmente a la bobina, e induce a los iones y electrones a moverse en órbitas circulares, creando corrientes eléctricas, que a causa del efecto Joule ocasionan un calentamiento de los gases, alcanzándose temperaturas de hasta 10 000° K, y proporcionan la continuidad del plasma. En el extremo de la antorcha aparece, debido a los átomos ionizados, una especie de "llama" que se observa durante todo el proceso de ensayo. Como consecuencia de este diseño de la antorcha, las zonas axiales son relativamente frías, si se comparan con las circundantes y es, por tanto, a través de ellas por donde se inyectan las muestras dentro de la fuente de excitación y atomización, en forma de aerosol. El sistema se basa en la observación de los espectros de emisión; los átomos excitados o ionizados emiten radiaciones (características para cada elemento) que, una vez focalizadas sobre un monocromador, se transforman eléctricamente en datos, de los que se obtendrán resultados cualitativos y cuantitativos.⁸

⁸ *Ibíd.*

1.9.5 Análisis estadístico univariado

Cuando el análisis presenta característica por característica, aisladamente, se está en presencia de un análisis estadístico univariado. El análisis univariado es el análisis básico, primario. Las características o propiedades de las variables han de medirse una a una, de modo univariado y si se presentan de esa manera decimos que es análisis univariado. Los estadísticos básicos que conocemos, como la media, la mediana, la moda, la varianza, los porcentajes, entre otros, miden una variable. Es decir, fueron hechos univariados.⁹

1.9.6 Estadística descriptiva

La estadística descriptiva registra los datos en tablas y los representa en gráficos. Calcula los parámetros estadísticos (medidas de centralización y de dispersión), que describen el conjunto de datos estudiado.

1.9.7 Distribución normal

La Normal es la distribución de probabilidad más importante. Multitud de variables aleatorias continuas siguen una distribución normal o aproximadamente normal. Una de sus características más importantes es que casi cualquier distribución de probabilidad, tanto discreta como continua, se puede aproximar por una Normal bajo ciertas condiciones. La distribución de probabilidad Normal y la curva Normal que la representa, tienen las siguientes características:

⁹ Tipos de Análisis Estadísticos, en http://es.bachipedia.wikia.com/wiki/Tipos_de_An%C3%A1lisis_Estad%C3%ADstico visitado el 15/09/14

- a.) La curva Normal tiene forma de campana y un solo pico en el centro de la distribución. De esta manera, la media aritmética, la mediana y la moda de la distribución son iguales y se localizan en el pico.
- b.) La distribución de probabilidad Normal es simétrica alrededor de su media.
- c.) La curva Normal desciende suavemente en ambas direcciones a partir del valor central. Es asintótica, lo que quiere decir que la curva se acerca cada vez más al eje X pero jamás llega a tocarlo. Es decir, las “colas” de la curva se extienden de manera indefinida en ambas direcciones.¹⁰

1.9.8 Distribución lognormal

En su forma conceptual más simple la distribución lognormal es una distribución Normal de los logaritmos (en cualquier base) de una población de datos. Muchas variables en ciencias de la tierra, como el contenido de elementos menores en suelos y rocas, tienen histogramas que se aproximan mucho a la ley lognormal. Por ejemplo, elementos menores en geoquímica, leyes y tonelajes de depósitos minerales, distribución del tamaño de sedimentos, etc.¹¹

Por supuesto, no todas las variables químicas en los suelos y rocas se encuentran distribuidos lognormalmente, aunque muchos elementos traza tienen distribuciones con sesgos

¹⁰W.K. Fletcher, S.J. Hoffman, M.B. Mehrtens, A. J. Sinclair, I. Thomson. *EXPLORATION GEOCHEMISTRY: DESIGN AND INTERPRETATION OF SOIL SURVEYS*. (Nuevo Mexico, society of economic geologists, 1987), 101.

¹¹Ibíd.

positivos que pueden ser aproximadas a una distribución lognormal.¹²

1.9.9 Modelo de depósito mineral

Se define como la información sistemáticamente ordenada que describe los atributos (propiedades) esenciales de una clase de depósitos minerales. El modelo puede ser empírico (descriptivo), instancia en la cual, los varios atributos son reconocidos como esenciales aunque su relación sea desconocida; o puede ser teórico (genético) instancia en la cual los atributos son interrelacionados a través de algún concepto fundamental.¹³

1.10 Marco metodológico

Se describen a continuación las diferentes etapas en las que se desarrollo el presente trabajo.

1.10.1 Etapa de recolección y análisis bibliográfico

Durante esta etapa se revisó la documentación que fue necesaria para el desarrollo de los objetivos propuestos, como libros de texto, mapas, sitios *web*, etc., que estuvieran relacionados al tema de investigación.

¹²Ibídem.

¹³Dennis P. Cox, Donald A. Singer.: *MINERAL DEPOSIT MODELS* (Estados Unidos: U.S. Geological Survey bulletin 1693, 1986), 2.

1.10.2 Etapa de campo

Consistió inicialmente en un reconocimiento general para ubicar accesos para vehículo, veredas y caminos de herradura, también se contactaron guías y ayudantes de campo locales.

Luego se realizó mapeo y prospección en caminamientos previamente programados, para ubicar zonas de interés y realizar muestreos. Durante esta etapa de exploración a detalle se obtuvo como resultado 345 muestras de roca y 310 muestras de suelo para su posterior envío a laboratorio.

1.10.3 Etapa de laboratorio

Las muestras obtenidas en la etapa de campo se describieron de forma macroscópica con la finalidad de clasificarlas en base a componentes minerales observables. Estas fueron enviadas para análisis de concentraciones de 31 elementos, en los cuales se utiliza el método *ICP (Inductively Couple plasma)*.

También se seleccionaron 7 muestras para realizar secciones delgadas con el fin de identificar minerales de interés.

1.10.4 Etapa de gabinete

Comprendió la redacción del presente informe, en base a la información obtenida de las etapas anteriores, se analizaron con estadística univariada los resultados de geoquímica obtenidos de laboratorio y se prepararon los mapas respectivos, con ayuda del *software Arcgis*, para su presentación en este trabajo.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1 Generalidades

Para apoyarse en la difícil tarea de localizar depósitos minerales ocultos, el geólogo de exploración de la actualidad tiene a su disposición una amplia selección de técnicas geológicas, geofísicas y geoquímicas. De la misma manera cuenta con mejores mapas y equipo de mapeo e infraestructura bastante mejorada para transporte y comunicación. Como resultado de la multiplicidad de las nuevas técnicas e infraestructura, la exploración moderna se ha convertido en un complejo y a menudo costoso negocio. Con el costo en ascenso de las operaciones de campo, se demanda la máxima eficiencia en la aplicación de las técnicas modernas con el objetivo de reducir los riesgos financieros a proporciones razonables.¹⁷

El objetivo de todos los componentes de un sistema de exploración es el mismo, detectar y registrar cualquier rasgo o propiedad de la corteza terrestre que, cuando se interpreta correctamente, puede servir de guía hacia un yacimiento. Los estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos difieren únicamente en la técnica. La filosofía básica de cada uno es la misma.¹⁸

¹⁷ Herbert Hawkes, John Webb.: *GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 315.

¹⁸ *Ibíd.*

2.2 La secuencia de exploración

Un programa extenso de exploración se organiza comúnmente como una secuencia lógica de operaciones. Cada etapa en esta secuencia involucra el estudio de un área mediante cualquier método o combinación de métodos de exploración que sea más efectivo para el propósito de delimitar áreas más pequeñas en las que se harán estudios más intensos en las siguientes etapas. Entonces, la primera etapa puede ser un reconocimiento de amplia escala para obtener criterios regionales que ayuden a decidir que partes de un área extensa tienen el mejor potencial y que partes pueden ser eliminadas como relativamente no favorables.¹⁹

Las regiones más prometedoras constituyen áreas locales de interés en las cuales se realizarán estudios más detallados en aspectos más restringidos al ambiente de mineralización, con el objetivo de determinar si un trabajo de exploración intensivo de algún tipo es necesario. Este proceso de eliminación de áreas desfavorables e incremento de estudio detallado en las áreas favorables se continúa paso a paso hasta la prueba final de un depósito mediante perforación y exploración subterránea.

Es un proceso de reducir progresivamente el tamaño del objetivo, donde en cada paso el objetivo es el área que tiene las posibilidades más altas de contener mineral. El objetivo final de un programa de exploración técnico es la selección de sitios a perforar. Casi invariablemente, el costo por perforar es por mucho el más alto en el presupuesto de exploración.²⁰

¹⁹ Herbert Hawkes, John Webb.: *GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 317.

²⁰ *Ibíd.*

2.3 Estudios geoquímicos en muestras de roca

En el campo, los criterios utilizados para realizar los muestreos en rocas se resumen de la siguiente manera:

...Para las aureolas en la roca caja, el procedimiento usual es tomar series continuas de muestras de canal o chip chanel extendiéndose lejos del depósito en la roca huésped no meteorizada. ...Es extremadamente importante evitar incluir más de un tipo de roca en la misma muestra. Material de falla o de veta debe también ser muestreado separadamente. También es esencial que la geología de donde se tomaron las muestras deba de ser registrada en completo detalle tanto litológico como estructural. Las muestras deben de ser recolectadas convenientemente a lo largo de cortes transversales o en muestras de núcleo de perforación.²¹

Idealmente, los halos epigenéticos y dispersiones por filtración son investigados mediante la recolección de muestras de chip chanel del recubrimiento de roca que se encuentra sobre los depósitos conocidos. Todos los tipos de roca se muestrean separadamente y atención particular se le debe de dar al fracturamiento y estructuras mayores. Los muestreos deben extenderse en una distancia substancial en ambos lados del depósito con el objetivo de revelar la amplitud total de la anomalía.²²

Luego de realizar los primeros recorridos y muestreos de reconocimiento se definieron las zonas en las cuales se realizarían trabajos de muestreo más detallados, para lo cual fue necesario también hacer un mapeo geológico de las áreas con énfasis en alteraciones y estructuras con potencial de mineralización.

En los trabajos de campo se obtuvieron tres tipos de muestras: de canal, de fragmentos seleccionados, y de fragmentos al azar. Las dos últimas se emplearon durante las primeras visitas al campo en la fase de

²¹ Herbert Hawkes, John Webb.: *GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 69.

²² *Ibídem*

reconocimiento, ya que el objetivo de este muestreo es determinar qué tipo de roca o material puede contener anomalías de metales, el material a muestrear se seleccionó al considerar el contenido de óxidos, presencia de cuarzo, alteraciones y texturas o por el contenido de sulfuros o minerales visibles. En la siguiente fotografía se aprecia una muestra de fragmentos seleccionados.

FOTOGRAFÍA 1

MUESTRA DE FRAGMENTOS SELECCIONADOS



Fuente: Norman Hidalgo, 2013

Como se observa en la fotografía 1, se seleccionan y toman pequeños fragmentos de las distintas partes del afloramiento o sub afloramiento para componer una muestra que sea representativa de ese sector. Estas muestras son colocadas en bolsas, a las cuales se les asigna un número de serie que posteriormente servirá como control para su envío a laboratorio.

Luego de los muestreos de reconocimiento se revisan las áreas en las cuales se obtuvieron anomalías significativas, en estos lugares se lleva a cabo una segunda fase de muestreo que tiene como finalidad determinar si la anomalía es uniforme. Para ello se utilizan muestras de canal, el

tamaño de estas muestras va a depender de la extensión de la zona a estudiar y de la configuración de las estructuras presentes, los mismos criterios de oxidación, texturas, alteraciones y mineralogía también aplican, la diferencia radica en que en este tipo de muestra los fragmentos se deben de obtener de una línea continua a lo largo de la extensión deseada, en la fotografía 2 se puede observar lo anteriormente descrito.

FOTOGRAFIA 2

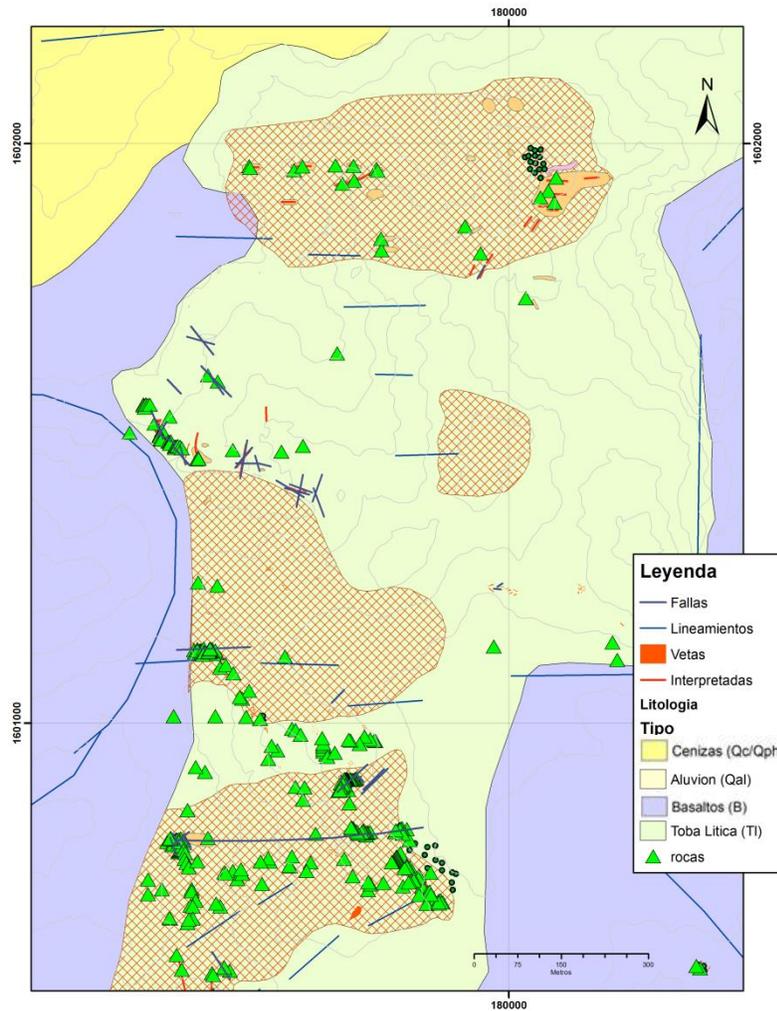
MUESTRA DE CANAL



Fuente: Norman Hidalgo 2013.

Toda la información referente a la muestra se debe de anotar en el campo, la ubicación en coordenadas UTM, la descripción geológica debe incluir índices y tipos de alteración, grado de oxidación, texturas, minerales (de ser visibles) y tipo de roca. También se debe de anotar el tamaño o extensión sobre la que se muestreó y la orientación de las estructuras si es que se observa alguna, esta información se agrega a una base de datos para ser observada en mapas. El mapa 1 muestra la ubicación de muestras de roca, en dos zonas de alteración en el área de El Pinal.

MAPA 1 UBICACIÓN DE MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014

2.4 Estudios geoquímicos en muestras de suelo

Los muestreos de suelos son importantes ya que permiten conocer la concentración de los distintos elementos de interés en áreas de amplia cobertura de suelo residual, sin embargo es necesario identificar si el material que se va a tomar es derivado de la roca que contiene las zonas de alteración o si se trata de una cobertura de suelo transportado, sobre los muestreos de suelos, Roberts y Hawkes explican lo siguiente:

El muestreo y análisis de suelo residual es por mucho el método geoquímico más utilizado. La popularidad de los estudios de suelo residual como un método de exploración es un simple reflejo de la confiabilidad de las anomalías de suelo como guías a la mineralización. La experiencia general en muchos climas y en muchos tipos de ambientes geológicos ha mostrado que en donde la roca parental está mineralizada, casi siempre se encuentra algún tipo de patrón químico en el suelo residual que resulta de la meteorización de esa roca.²³

Los estudios de suelo residual han sido particularmente aplicables en áreas de cobertura residual profunda y escasos afloramientos, en donde otros métodos de exploración son o muy costosos o técnicamente inefectivos. Aunque cualquier metal de interés puede formar patrones pronunciados de anomalías en el suelo residual, el contraste más fuerte es desarrollado por los elementos relativamente inmóviles tales como el Pb.

En el campo lo principal fue definir, mediante el mapeo, la forma o disposición de las distintas zonas de alteración y la orientación de las estructuras dentro de estas zonas. La distancia entre las muestras elegida para el programa de muestreo fue de 25 m, las muestras fueron tomadas en líneas transversales que cubren toda el área de interés y se prolongan hacia zonas de condiciones normales, esto para conocer o delimitar bien las zonas de *background*. Para la toma de las muestras se consideró lo siguiente:

Un estudio de orientación típico comprende muestreo de campo y análisis alrededor de un cuerpo representativo de mineralización conocida. Idealmente, el trabajo se realiza sobre la mineralización en una locación que es geológica y geomorfológicamente representativa del área de estudio propuesta y se extiende bastante lejos de la mineralización para definir adecuadamente las condiciones de fondo o *background*....Las muestras de suelos para

²³ Herbert Hawkes, John Webb.: *GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 203.

orientación deben de ser colectadas de por lo menos dos líneas transversales a través de la mineralización y continuar bastante dentro de los valores de fondo. El espaciamiento de las muestras depende de la extensión de la mineralización, pero por lo menos cuatro o cinco muestras deben de ser colectadas sobre la misma y también en la zona de background. Es importante que las propiedades de los diferentes suelos sean evaluadas.²⁴

Como resultado los transversales deben de cubrir todas las condiciones fisiográficas normales y los tipos de suelos principales encontrados, tales como terrenos bien drenados, fuertes pendientes, áreas de filtración y ciénagas. La variación dentro y entre los horizontes de suelo así como con la profundidad deben de ser tomadas en cuenta en el muestreo. Se deben de colectar muestras de cada horizonte de suelo reconocible, o a intervalos de 20 cm hacia abajo en el perfil. El material que se muestrea es aquel que pasa la malla o mesh -80 (177 micrones), aunque se puede utilizar un rango variable de -35 a -230.²⁵

En el campo la muestra se obtiene con el uso de una cuma para abrir un pequeño agujero, del cual se extrae el suelo; este se tamiza en una malla (*mesh* 80) para apartar los fragmentos mayores y el material que resta se coloca en una bolsa previamente etiquetada con un número de serie que servirá para su control y envío a laboratorio. La fotografía 3 ilustra este procedimiento.

²⁴ W. K. Fletcher, S. J. Hoffman, M. B. Mehrtens, A. J. Sinclair, I. Thomson. *EXPLORATION GEOCHEMISTRY: DESIGN AND INTERPRETATION OF SOIL SURVEYS*. (Nuevo Mexico, society of economic geologists, 1987), 10.

²⁵ *Ibíd.*

FOTOGRAFIA 3 MUESTREO DE SUELO

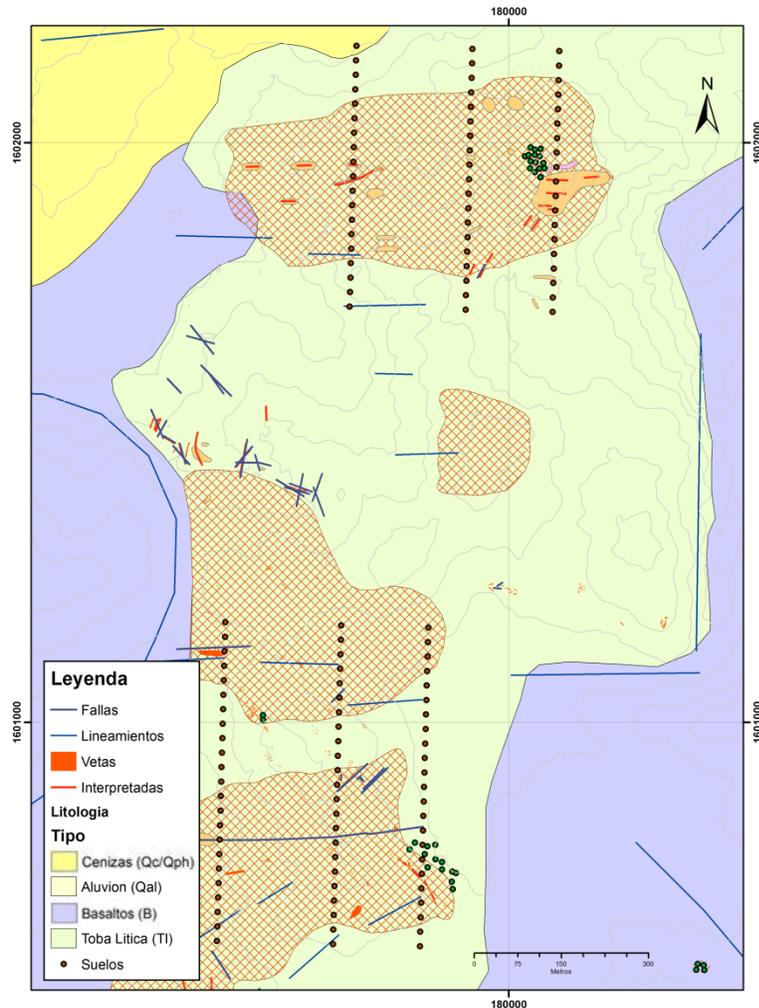


Fuente: Norman Hidalgo 2013.

Se debe de anotar la mayor cantidad de información en el campo, la ubicación en coordenadas UTM, características de la muestra como textura, color, mineralogía (de ser posible) y profundidad a la que fue tomada. Esto es importante ya que posteriormente esta información se coloca en una base de datos, para ser visualizada en un mapa. El mapa 2 muestra la ubicación y disposición de las muestras tomadas en 2 zonas de alteración en el área de El Pinal.

MAPA 2

DISPOSICIÓN DE TRANSVERSALES PARA MUESTRAS DE SUELO



Fuente: Investigación de campo, 2014.

2.5 Métodos estadísticos para la exploración geoquímica

Moreno y García (2006) definen los términos *background*, umbral y anomalía geoquímica de la siguiente manera:

La línea base o *background* se define como la concentración promedio que tiene un elemento en una roca de un tipo particular. Este valor se puede determinar a partir de los resultados de los análisis químicos de muestras de roca. El objetivo central de la exploración geoquímica consiste en la determinación de valores que

sean más altos que la línea base ya que estos indicarían un enriquecimiento con respecto a esta y por lo tanto la presencia de un cuerpo mineralizado. A estos valores se les denomina *anomalía geoquímica* y resulta entonces crítica su correcta determinación en un estudio geoquímico. El valor que separa la línea base de la anomalía se denomina umbral y generalmente es definido a partir de un cuidadoso análisis estadístico de la información geoquímica disponible.²⁶

El principal objetivo de los programas de exploración es la correcta determinación de los términos descritos en el párrafo anterior, para lo cual Moreno y García también proponen la siguiente metodología para la obtención de los datos:

En el caso que se tengan pocos datos de la variable de interés, el procedimiento de separación de la anomalía puede dificultarse, con lo cual se hace necesario que el analista aplique criterios adicionales. En este caso es donde resultan útiles los métodos estadísticos. Estos procedimientos permiten llevar a cabo la definición de la anomalía en términos de alguna característica de la distribución de los datos como tal, evitando de esta forma la determinación del umbral por inspección visual.

Dentro de esta categoría se pueden mencionar dos criterios. El primero de ellos define el umbral en términos del promedio y la desviación estándar de la variable de interés X : Umbral o *Threshold* = $\bar{X} + 2 * \sigma_x$, en donde \bar{X} es la media geométrica y σ_x es la desviación estándar de la variable X de lo cual se obtiene:

$$X \leq \bar{X} + 2 * \sigma_x \text{ Para la Línea Base (background).}$$

$$X \geq \bar{X} + 2 * \sigma_x \text{ Para la Anomalía.}$$

La explicación del método continúa de la siguiente manera:

El valor de umbral definido por la primera ecuación y los rangos asociados definidos por las últimas dos, se basan en la suposición que la variable geoquímica sigue una distribución normal y que los

²⁶Geovanni Moreno, Oscar García *Herramientas de Análisis Estadístico y Espacial aplicadas en la separación línea base-Anomalía Geoquímica. Implicaciones en Exploración de Recursos Naturales. Parte I: Revisión Metodológica*. En http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/geociencias/revistageologia/gcolombiana31/3-Garcia_Moreno1.pdf visitado el 08/07/14.

valores mayores al umbral definido por la primera ecuación estarían controlados por procesos diferentes a los que originan los valores más cercanos al promedio. De acuerdo con Kottegoda & Rozzo (1993) el valor de umbral determina como muestras anómalas aproximadamente el 2.5% de los datos, que son los que resultan de interés en las labores de exploración geoquímica.²⁷

2.6 Tratamiento estadístico

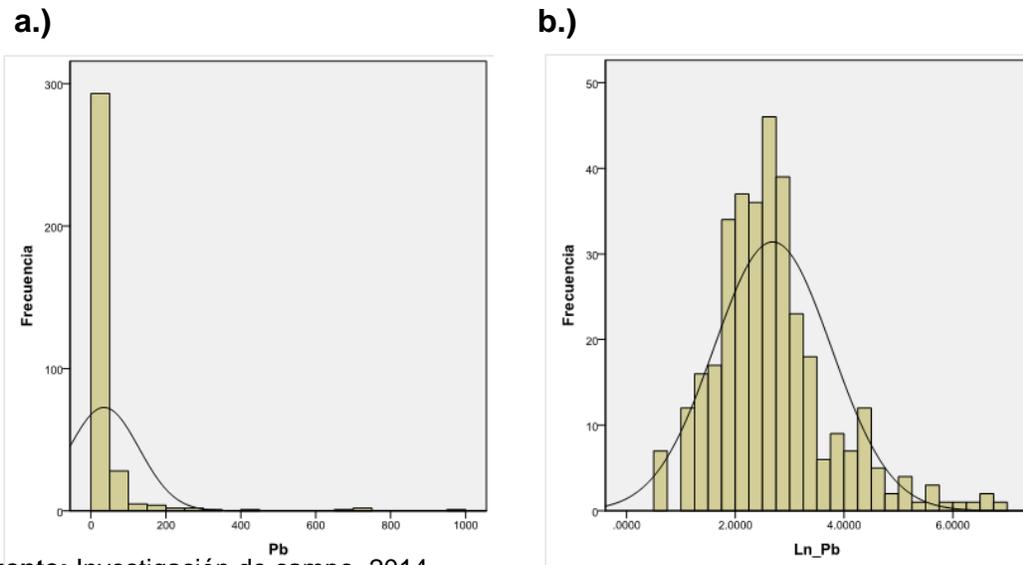
En el análisis geoquímico *ICP*, se obtienen resultados de concentración para 32 elementos en una misma muestra, sin embargo, muchas veces no todos los elementos a analizar se encuentran por encima del límite de detección de la prueba, los valores que se encuentran por debajo del límite de detección se denominan *bajos erráticos* y deben de ser excluidos del tratamiento estadístico, ya que tienden a comportarse como una población distinta dentro del arreglo de datos a analizar.

Luego de apartar los bajos erráticos se procede a convertir a escala logarítmica (LN) los diferentes valores de concentración del elemento de interés en cada muestra, esto lo propone Shaw (1961) quien ha demostrado que los elementos mayores en los materiales naturalmente formados se encuentran generalmente en distribución Normal, mientras que los elementos menores, los que son de interés, tienen distribuciones lognormales o positivamente sesgadas.²⁸

²⁷ Geovanni Moreno, Oscar García *Herramientas de Análisis Estadístico y Espacial aplicadas en la separación línea base-Anomalía Geoquímica. Implicaciones en Exploración de Recursos Naturales. Parte I: Revisión Metodológica*. En http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/geociencias/revistageologia/gcolombiana31/3-Garcia_Moreno1.pdf visitado el 08/07/14.

²⁸ R. J. Howarth. *Statistics an data analysis in geochemical prospecting*. (Nueva York, Elsevier science publishing company, 1983). 64.

FIGURA 7
HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA CON CURVAS DE NORMALIDAD PARA Pb.



Fuente: Investigación de campo, 2014.

La figura 7 muestra dos histogramas para la concentración del elemento Pb en muestras de roca, a.) muestra el histograma de los datos antes de ser convertidos a escala logarítmica, obsérvese el sesgo positivo de la curva Normal. b.) muestra el histograma de frecuencia de los datos convertidos a la escala logarítmica, nótese que la curva Normal ha cambiado su posición al centro de la distribución y ya no se observa el sesgo positivo de la imagen en a.)

Luego de transformar logarítmicamente los datos se procede a obtener las principales medidas de tendencia central y de dispersión, las cuales definen las características importantes de la función de densidad de probabilidad de un grupo de datos. Como medida de tendencia central se utiliza la media geométrica la cual es el antilogaritmo del promedio de una distribución logarítmica, y como medida de dispersión se utiliza la

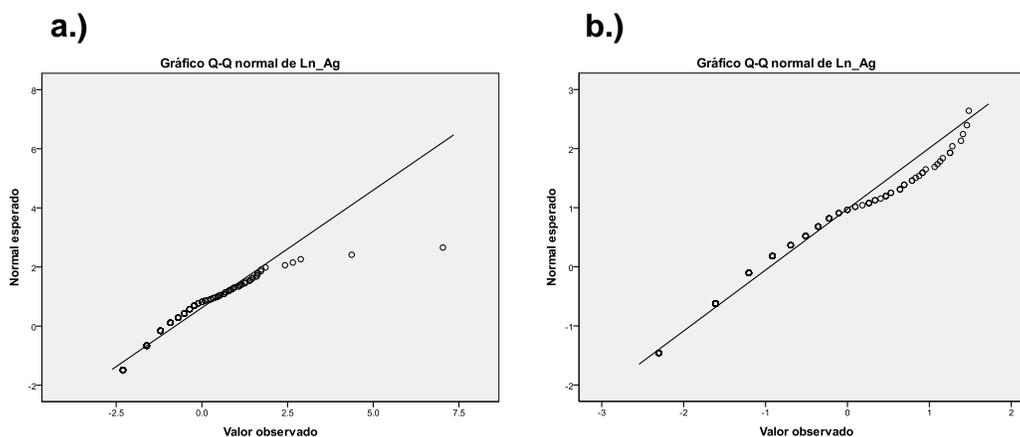
desviación estándar, la cual se define como la raíz cuadrada de la varianza.²⁹

Es necesario de igual manera realizar pruebas de normalidad para verificar que dentro de la población de datos no existan valores atípicos o *outliers*, esto se puede realizar mediante diagramas cuantil-cuantil (Q-Q plot), el cual permite observar que tan cerca se encuentra la distribución del conjunto de datos a una distribución Normal ideal.

La figura 8 muestra los gráficos cuantil-cuantil (Q-Q) para los datos de concentración de Ag en muestras de roca, a) muestra que existen 5 valores atípicos o *outliers* que tienden a alejarse de la recta del valor normal esperado. b) muestra la distribución de los datos con respecto a la recta del valor normal esperado, luego de apartar los valores atípicos

FIGURA 8

GRÁFICOS CUANTIL- CUANTIL PARA DATOS DE CONCENTRACIÓN DE Ag EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014

²⁹ W. K. Fletcher, S. J. Hoffman, M. B. Mehrtens, A. J. Sinclair, I. Thomson. *EXPLORATION GEOCHEMISTRY: DESIGN AND INTERPRETATION OF SOIL SURVEYS*. (Nuevo Mexico, society of economic geologists, 1987), 99.

2.7 Modelo de depósito

Definir una metodología para obtener un modelo de depósito mineral es complicado, D. Singer y D. A. Cox, comentan lo siguiente sobre cómo deben de ser considerados los distintos atributos de un depósito:

Es de utilidad considerar los atributos de los distintos depósitos en dos escalas: la primera trata de rasgos locales que pueden ser observados directamente en el campo (mineralogía, patrones zonales, halos químicos locales, etc), la segunda trata de los rasgos inherentes a el arreglo geológico regional y que debe ser interpretado de los estudios locales o que puede ser inferido de consideraciones tectónicas globales,³⁰ como por ejemplo que la secuencia de rocas que se estudia pertenezca a un ambiente de aguas profundas en un rift tras arco.

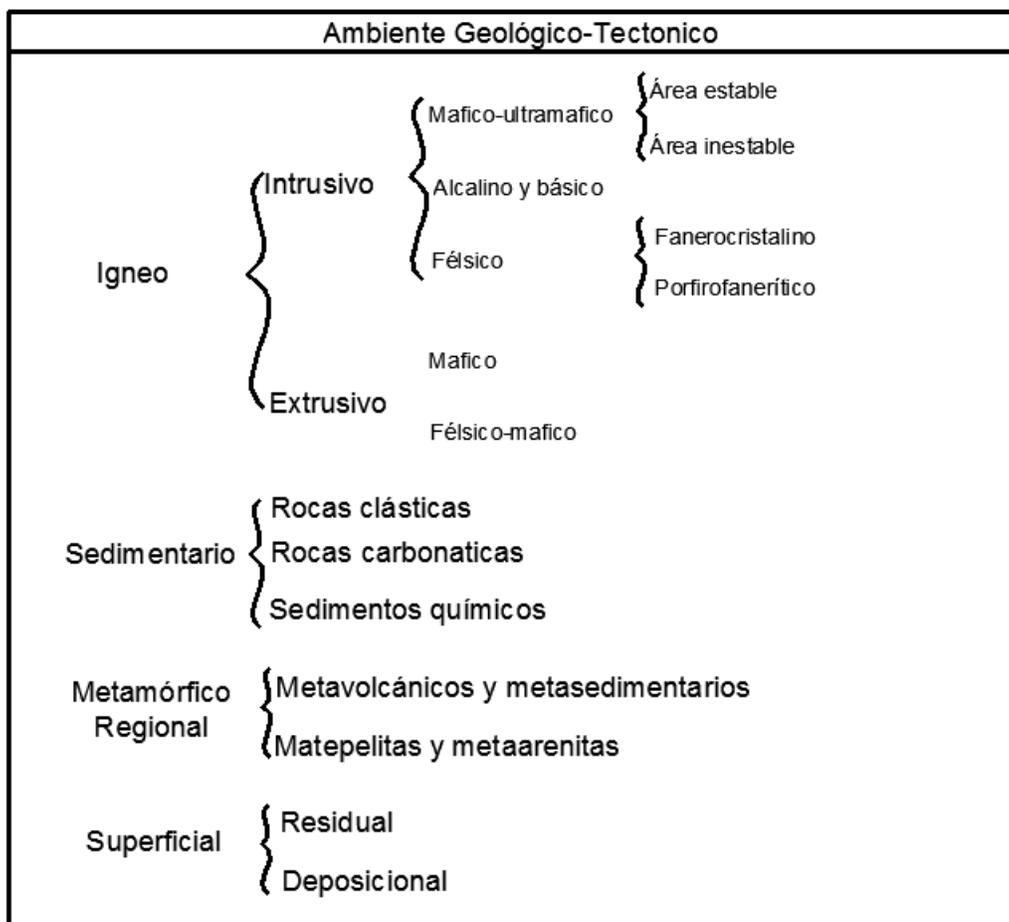
El arreglo utilizado por Singer y Cox, enfatiza un fácil acceso a los modelos, enfocándose en la litología de la roca huésped y el arreglo tectónico, que son los rasgos más utilizados por un geólogo al preparar un mapa.

Según lo anterior, estos autores realizaron la clasificación de los depósitos mediante el ambiente lito-tectónico de formación de la roca huésped, el esquema de clasificación de la figura 9 se utiliza para depósitos formados esencialmente de forma contemporánea con su roca huésped.

³⁰ Dennis P. Cox, Donald A. Singer.: *MINERAL DEPOSIT MODELS* (Estados Unidos: U.S. Geological Survey bulletin 1693, 1986), 3

FIGURA 9

AMBIENTES GEOLÓGICO TECTÓNICOS DE FORMACIÓN DE DEPÓSITOS MINERALES



Fuente: Tomado de: Dennis P. Cox, Donald A. Singer.: *MINERAL DEPOSIT MODELS* (Estados Unidos: U.S. Geological Survey bulletin 1693, 1986), 2

La clasificación de ambientes geológico-tectónicos de la figura 9 se utiliza, junto con los distintos atributos observados en el campo, para identificar qué tipo de yacimiento propuesto por Singer y Cox se aproxima de una mejor forma a lo que se tiene en un área de estudio dada.

En este trabajo el mapeo y el muestreo forman la base para conocer los distintos atributos de la zona de El Pinal, la elaboración del mapa geológico permite conocer la secuencia de rocas que aflora en la región,

halos de alteración y posibles estructuras mineralizadas, el muestreo geoquímico permite conocer la distribución de los distintos elementos de interés, y de éstos, cuáles son más representativos.

Las unidades litológicas descritas para el área de El Pinal, principalmente tobas líticas y basaltos, indican que el ambiente geológico-tectónico para la formación de posibles yacimientos sería ígneo extrusivo félsico-máfico, según la clasificación de la figura 9.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación.

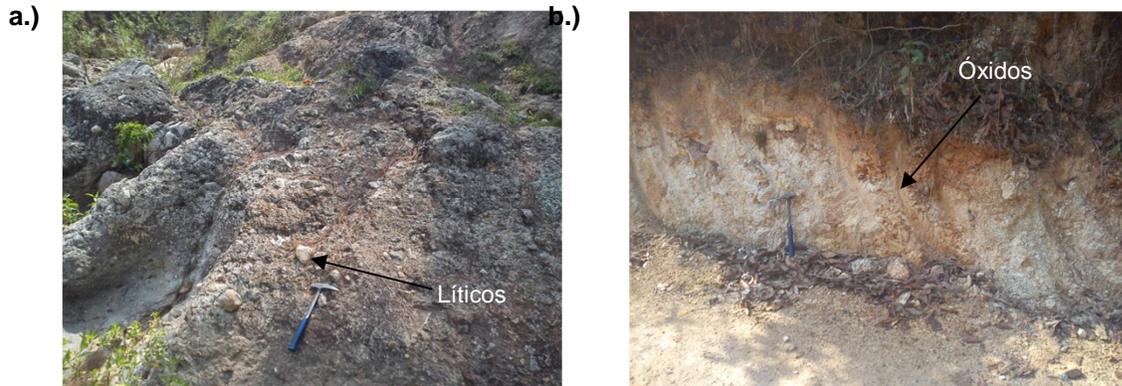
3.1 Geología del área

Según el mapeo realizado, la secuencia de rocas que aflora en la zona está compuesta por cuatro distintas unidades litológicas: Unidad de Tobas líticas (TI), Unidad de Basalto (B), Unidad de Cenizas (Qc) y Unidad de Depósitos Aluviales (Qal). Se trata de una secuencia de rocas volcánicas descrita brevemente a continuación.

3.1.1 Unidad de Tobas líticas (TI)

Esta es la unidad más extensa y cubre cerca de la mitad de la zona de estudio, se encuentra en la base de la secuencia de rocas descritas en el área por lo que se interpreta como la más antigua. Forma relieves variables que van desde zonas de pendiente suave en la parte central, hasta áreas escarpadas en las cercanías del río Gúirilá en el noroeste. Está compuesta por clastos de rocas volcánicas de composición variada que van desde algunos milímetros hasta unos 8 cm, con una matriz fina con moderado contenido de pómez, la roca fresca se observa de color beige claro y donde se encuentra meteorizada se torna de color amarillo rojizo. Esto se puede observar en la figura 10.

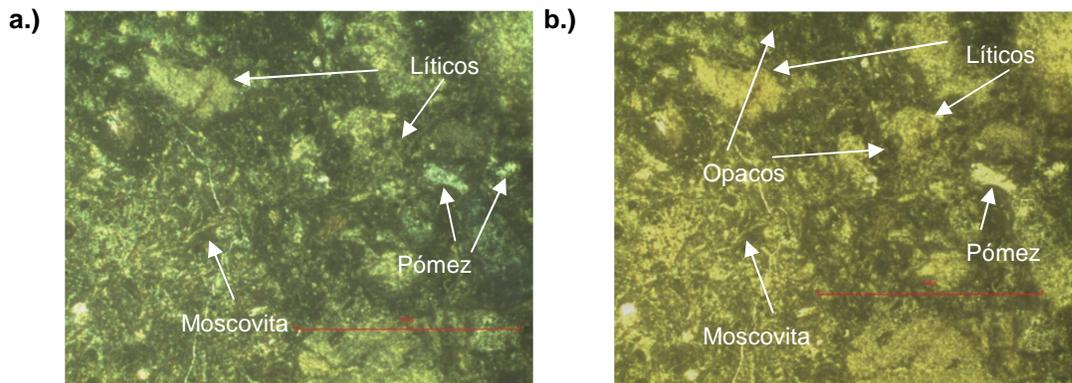
FIGURA 10
AFLORAMIENTOS DE TOBA LÍTICA



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

En La fotografía a.) de la figura 10, se observa un afloramiento de Tobas Líticas sin meteorización, se aprecian los clastos de roca. En la fotografía b.) se observan la oxidación y el color amarillo de cuando se encuentran meteorizadas. Se observa también un horizonte poco desarrollado de suelo. En la figura 11 se pueden apreciar imágenes en sección delgada de esta unidad.

FIGURA 11
SECCION DELGADA DE MUESTRA DE TOBA LÍTICA



Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

La fotografía a.) de la figura 11 muestra una imagen con nicoles cruzados, en la que se observan algunos clastos líticos con ocasionales cristales de cuarzo y fragmentos de pómez, que se encuentran soportados por una matriz fina compuesta en su mayoría por pómez y ocasionalmente mica moscovita, en la fotografía b.) Que es una imagen con nicoles extraídos, se observan algunos minerales opacos y tonalidades oscuras debidas a la oxidación.

3.1.2 Unidad de Basalto (B)

Esta aflora en la parte central y suroeste del área, ocupa los terrenos de bajo relieve, es la segunda en extensión y cubre a la Unidad de Tobas Líticas hacia el suroeste, por lo que se interpreta que esta unidad se formó posteriormente a la Unidad de Tobas. Las mejores exposiciones se encuentran sobre el lecho del río Güirilá en donde forma límites escarpados y se observan espesores de hasta 15 m, esto es en la parte central del área. Presenta planos de fractura sub horizontales con dirección preferencial N310°.

En muestra de mano se observa una matriz de grano fino color negro mate, con algunos cristales de plagioclasas visibles. La roca fresca es de color negro, en los lugares afectados por meteorización se observa de color café rojizo. La fotografía 4 muestra un afloramiento.

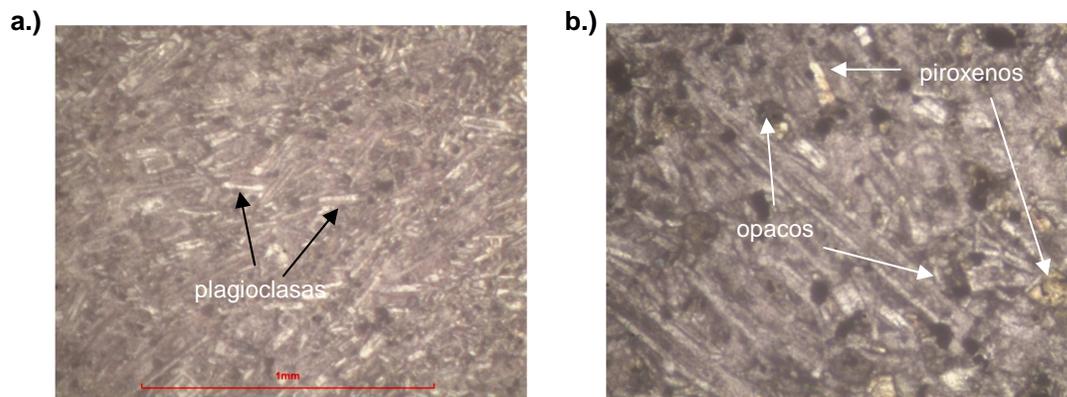
FOTOGRAFÍA 4 AFLORAMIENTO DE BASALTO



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

En sección delgada esta unidad presenta moderado a alto contenido de plagioclasas en la matriz como se puede observar en la fotografía a.) de la figura 12. En la fotografía b.) se pueden apreciar algunos cristales de piroxeno y minerales opacos.

FIGURA 12 SECCIÓN DELGADA DE BASALTO



Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

3.1.3 Unidad de Cenizas (Qc)

Esta se encuentra ubicada en la parte noroeste y cubre a las Unidades de Basalto y de Tobas Líticas, por lo que se considera de una edad de formación más reciente que las anteriores. Está compuesta de pómez y clastos de roca, en algunos afloramientos estas cenizas se observan semiconsolidadas. Esta unidad forma relieves suaves como se puede observar en la fotografía 5.

FOTOGRAFÍA 5

AFLORAMIENTO DE CENIZAS



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

3.1.4 Unidad de Depósitos aluviales (Qal)

Esta se encuentra sobre el lecho del río Güirilá, y se interpreta, como la unidad con la edad de formación más reciente en la zona de El Pinal, los afloramientos de mayor extensión se pueden observar en la parte sureste, en éstos se puede observar bloques de roca de tamaño variado que van desde unos centímetros hasta 1,5 m de dimensión.

Estos depósitos se observan como terrazas aluviales a los costados del río, y en algunos lugares los afloramientos alcanzan

hasta unos 5 m de espesor, y en ellos se puede observar clastos de toba lítica, basaltos, riolitas y otros de rocas ígneas de composición variada.

También se observan bloques de cuarzo hidrotermal que en los recorridos de reconocimiento se muestrearon y los resultados de laboratorio indicaron valores anómalos para oro y plata. La figura 13 muestra afloramientos de los depósitos aluviales.

FIGURA 13

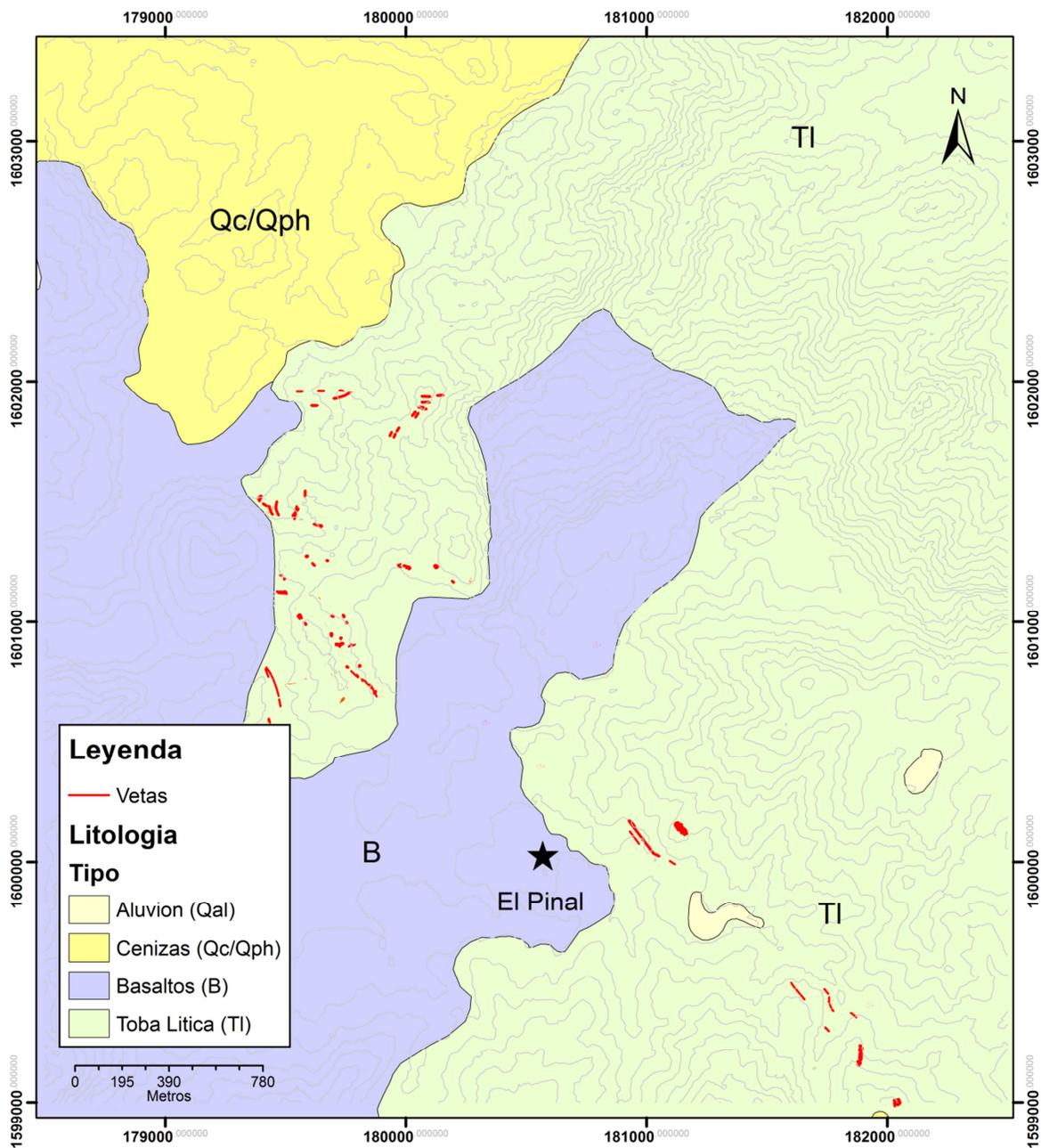
AFLORAMIENTO DE DEPÓSITOS ALUVIALES



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

Las unidades descritas anteriormente se muestran en el mapa 3, que es el mapa de la geología local de la zona El Pinal.

MAPA 3 GEOLOGÍA DE LA ZONA EL PINAL



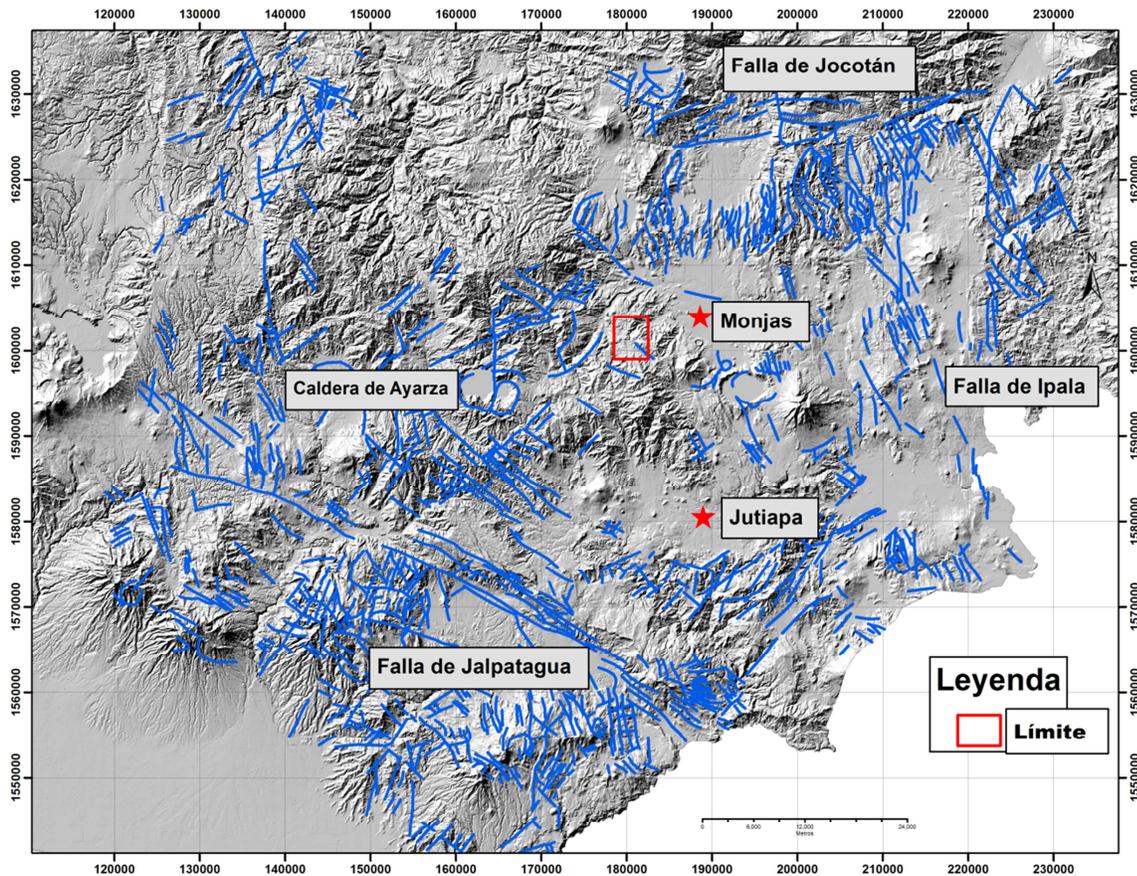
Fuente: Norman Hidalgo, 2014

3.2 Geología Estructural

Regionalmente se puede observar al norte del área de interés que los lineamientos se orientan $N70^{\circ}E$ aproximadamente, este patrón predomina en ese sector por la influencia de la falla Jocotán (Ver figura 14). Al este de la zona El Pinal se aprecia que los lineamientos en promedio se orientan $N30^{\circ}W$, influenciados principalmente por la zona de cizalla Monjas. Al sur y oeste del área de estudio, la orientación promedio para lineamientos mayores y estructuras es de $N60^{\circ}W$, lo que se atribuye a la zona de falla Jalpatagua.

FIGURA 14

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL Y SU RELACIÓN CON EL ÁREA DE EL PINAL



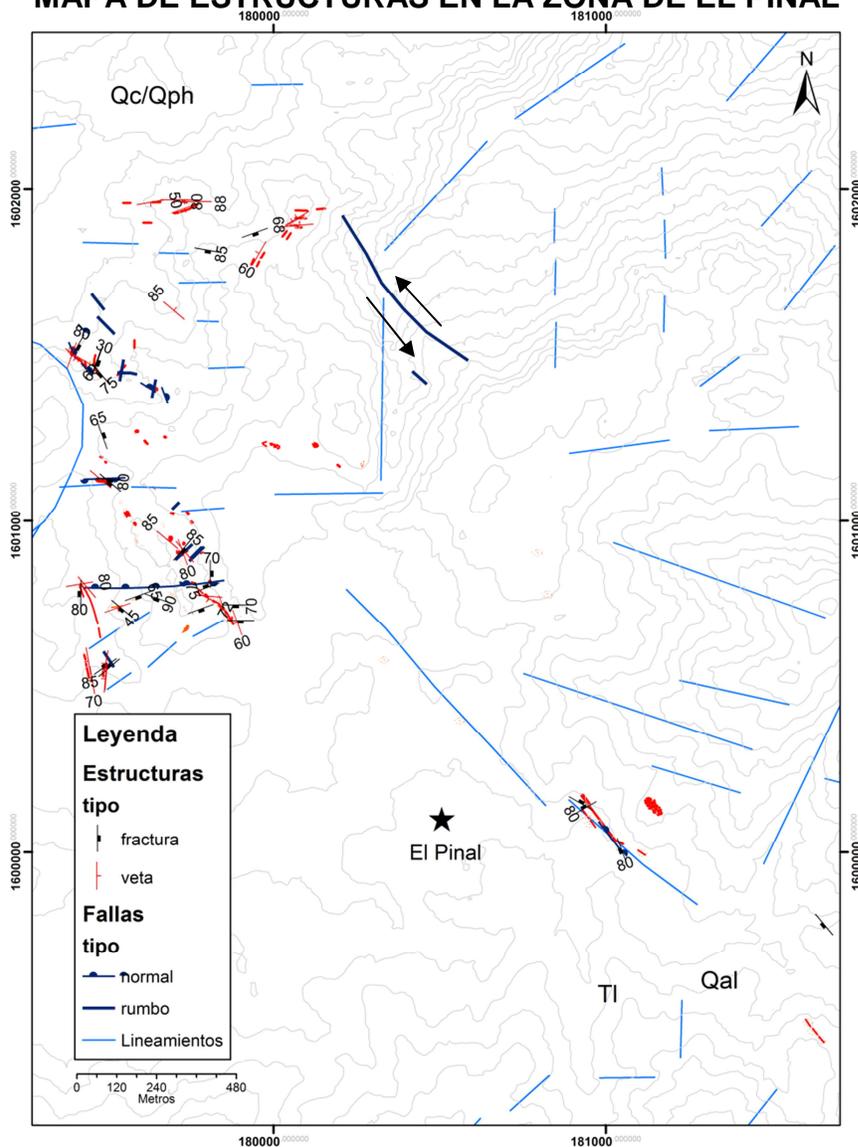
Fuente: Norman Hidalgo 2014, en base a mapa geológico de Guatemala escala 1 500 000.

Algunas otras orientaciones de lineamientos mayores observadas son N-S y $N60^{\circ}E$, aunque no son predominantes.

Localmente, los distintos tipos de estructuras observadas en el área de El Pinal incluyen fracturas, fallas y vetas de cuarzo, en la figura 15 se puede observar la distribución de las distintas estructuras en el área.

FIGURA 15

MAPA DE ESTRUCTURAS EN LA ZONA DE EL PINAL

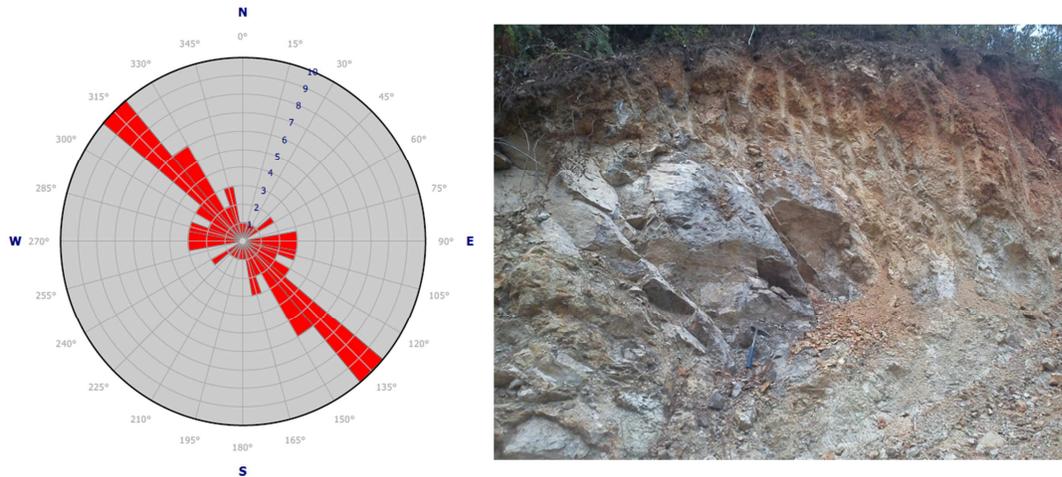


Fuente: Investigación de campo, 2014.

El fracturamiento y fallamiento presenta una orientación preferencial de $N135^\circ$ según se observa en el diagrama de rosa que se encuentra en la figura 16, es posible observar estas estructuras en los cortes de carretera y a orillas de quebradas y ríos.

FIGURA 16

ORIENTACIÓN PROMEDIO DE FALLAS Y FRACTURAS



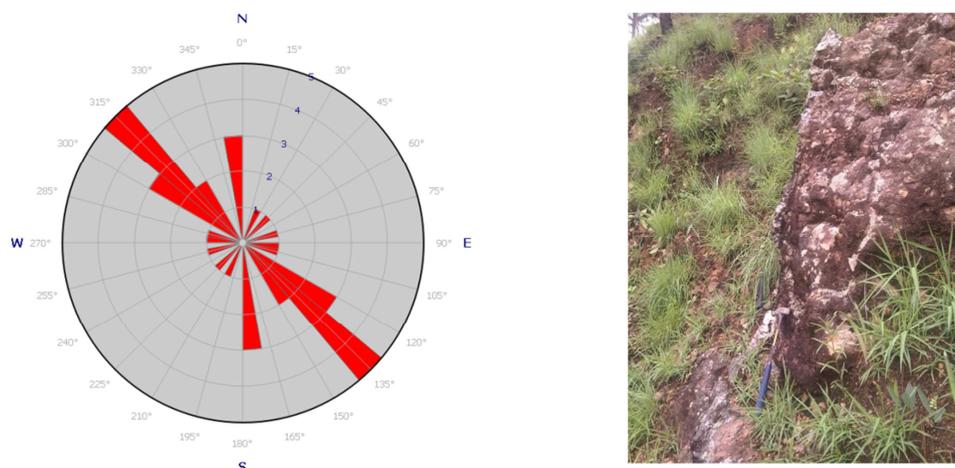
Fuente: Investigación de campo, 2014.

El diagrama de rosa de la figura anterior muestra la orientación preferencial para 48 datos de fallas y fracturas tomados en la zona El Pinal.

Se pueden observar también, en el diagrama de rosa, patrones secundarios de fracturamiento en dirección $E-W$ y $N345^\circ$.

En la figura 17 se observan las orientaciones preferenciales para vetas de cuarzo hidrotermal, según 22 datos medidos en el campo la media para el rumbo de estas estructuras es de $N315^\circ$, sin embargo también se tiene un segundo patrón en $N355^\circ$. Los datos fueron tomados utilizando rumbo/buzamiento, siguiendo la regla de la mano derecha.

FIGURA 17
ORIENTACIÓN PROMEDIO DE VETAS DE CUARZO



Fuente: Investigación de campo, 2014.

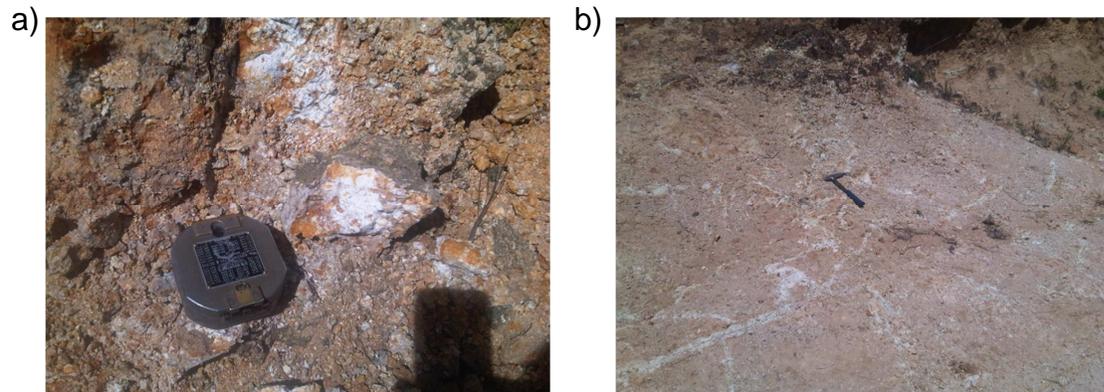
3.3 Alteraciones hidrotermales

En la zona de El Pinal se definieron dos zonas principales mediante el programa de prospección, estas zonas están contenidas en un rectángulo de aproximadamente 4,5 km² mapeo a escala 1: 5 000, y se dividieron según sus características geológicas y estructurales, éstas se describen a continuación.

La primera se encuentra a unos 800 m hacia el *NW* de la comunidad El Pinal, está compuesta por halos de alteración Argílica que tienen hasta 600 m de largo por unos 300 m a 350 m de ancho.

La argilización en estas zonas consiste en el reemplazamiento del material de la matriz de las tobas líticas, así como también de los componentes líticos de las mismas, por arcillas blancas, principalmente sericita y caolín, acompañada de una moderada a fuerte oxidación que en su mayoría es goethítica. Se observó también en esta locación que la argilización es pervasiva y de fuerte intensidad, según se observa en la figura 18.

FIGURA 18
ARGILIZACIÓN EN TOBAS LÍTICAS



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

En la parte más al norte, se encuentran pequeñas vetas y *stockworks* de cuarzo hidrotermal que se orientan *E-W* y tienen un espesor de 25 cm a 40 cm (ver fotografía 6), principalmente poseen una textura crustiforme, sin embargo también se observa cuarzo masivo y *drussy*. Ocasionalmente contienen pirita en algunos afloramientos y la presencia de óxidos es fuerte.

La alteración sílica en el campo se determinó por la presencia de hilos de cuarzo y el reemplazamiento parcial de los componentes originales de la roca por sílice, en algunos afloramientos también es posible encontrar textura tipo *boxwork*. La alteración sílica se observa en algunos planos de falla, y en la cercanía a las vetas de cuarzo.

FOTOGRAFÍA 6

STOCKWORK DE CUARZO



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

En este extremo norte también se observó sílice opalino o amorfo, el cual posee un leve bandeamiento y está asociado también a vetas de cuarzo, aunque su extensión no es significativa. Se observa un afloramiento en la fotografía 7.

FOTOGRAFÍA 7

SÍLICE OPALINO



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

A unos 1 000 m al sur se encuentra otra zona con características similares, también presenta fuerte argilización y presencia de vetas de cuarzo que van desde 0,5 m a 1,2 m de espesor. Estas estructuras presentan fuerte oxidación y ocasional pirita, se pueden ver en el afloramiento de la fotografía 8.

FOTOGRAFÍA 8
VETA DE CUARZO



Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

En esa zona se puede observar sílice residual o vuggy (fotografía 8). La alteración se puede seguir mediante vetas de cuarzo y trazas con fuerte alteración sílica por unos 600 m hacia el *NW*, en un rumbo promedio de $N315^\circ$. El fallamiento observado para esta locación es con rumbo *E-W*.

FOTOGRAFIA 9
SILICE CON TEXTURA VUGGY



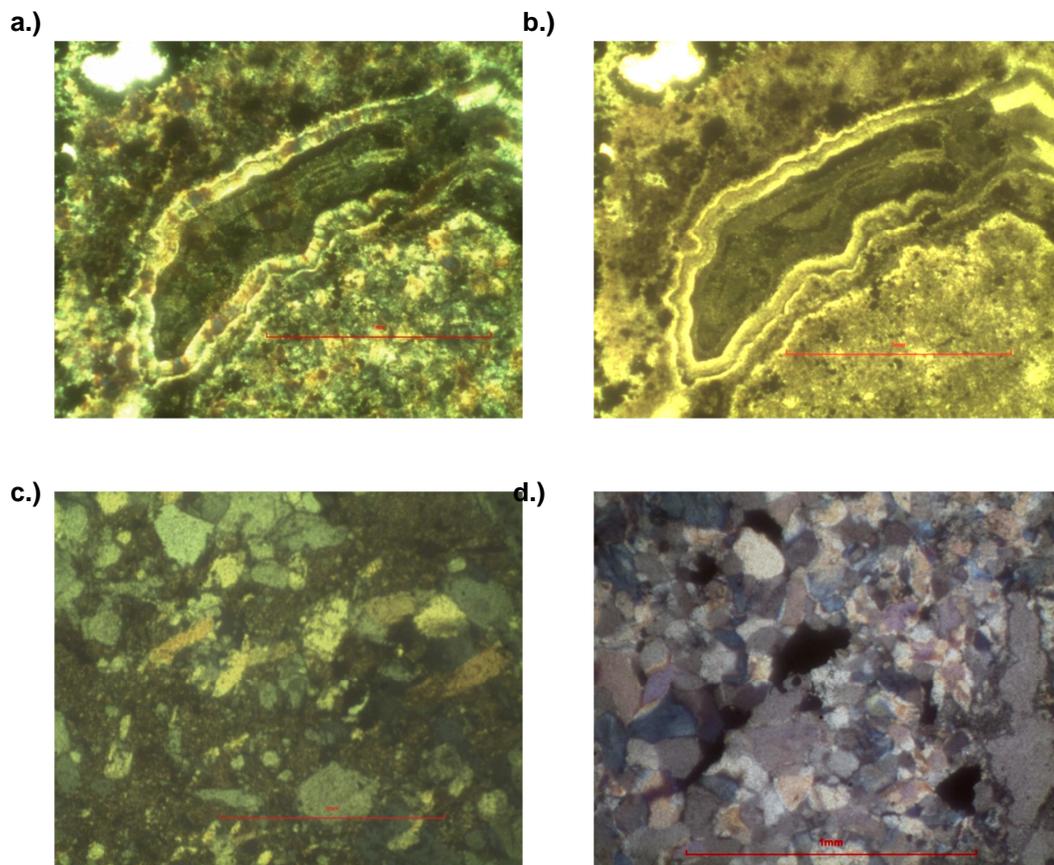
Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

En esta zona se observaron sulfuros en una muestra tomada a un rodado de cuarzo, los resultados de laboratorio indican valores de 1133.2 g/T de plata y 0.85 g/T de Oro, lo que indica la presencia de algún mineral de plata.

En sección delgada se identificaron diferentes texturas para cuarzo hidrotermal, las cuales se pueden observar en la figura 19

FIGURA 19

TEXTURAS EN VETAS DE CUARZO HIDROTERMAL ZONA EL PINAL



Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

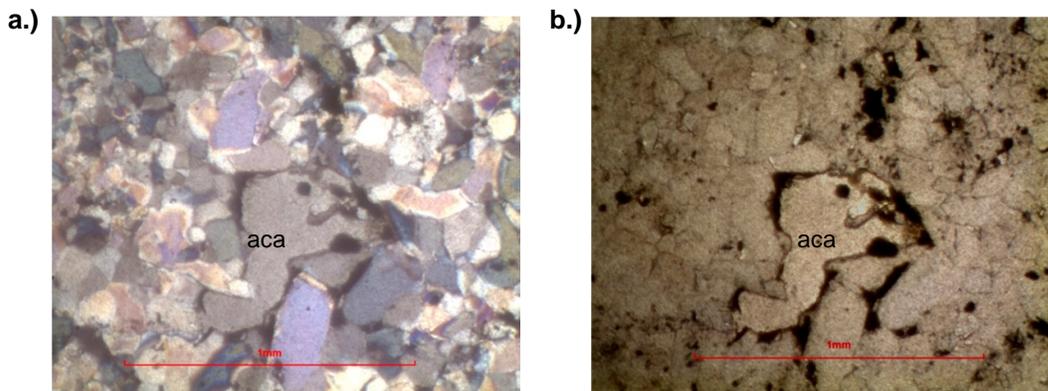
a.) Se muestra una textura crustiforme en una pequeña vetilla, se puede apreciar el bandeamiento, la misma imagen se observa con nicols extraídos en **b.)**, **c.)** Imagen de cristales anhedrales de cuarzo en una matriz fina, en lo que parece ser una textura característica de

brecha. **d.)** se muestra una textura de mosaico, consistente de cuarzo anhedral, también se pueden observar óxidos

Se hizo sección delgada de la muestra etiquetada como TG-10608, en la cual se observó en muestra de mano un sulfuro oscuro con brillo metálico que tiene dureza leve con índice de 3 a 4 y raya color gris, rellenando cavidades en un rodado de cuarzo, en las imágenes de la figura 20 se puede apreciar en sección delgada.

FIGURA 20

SECCION DELGADA DE MUESTRA TG-10608



Fuente: Norman Hidalgo, 2014

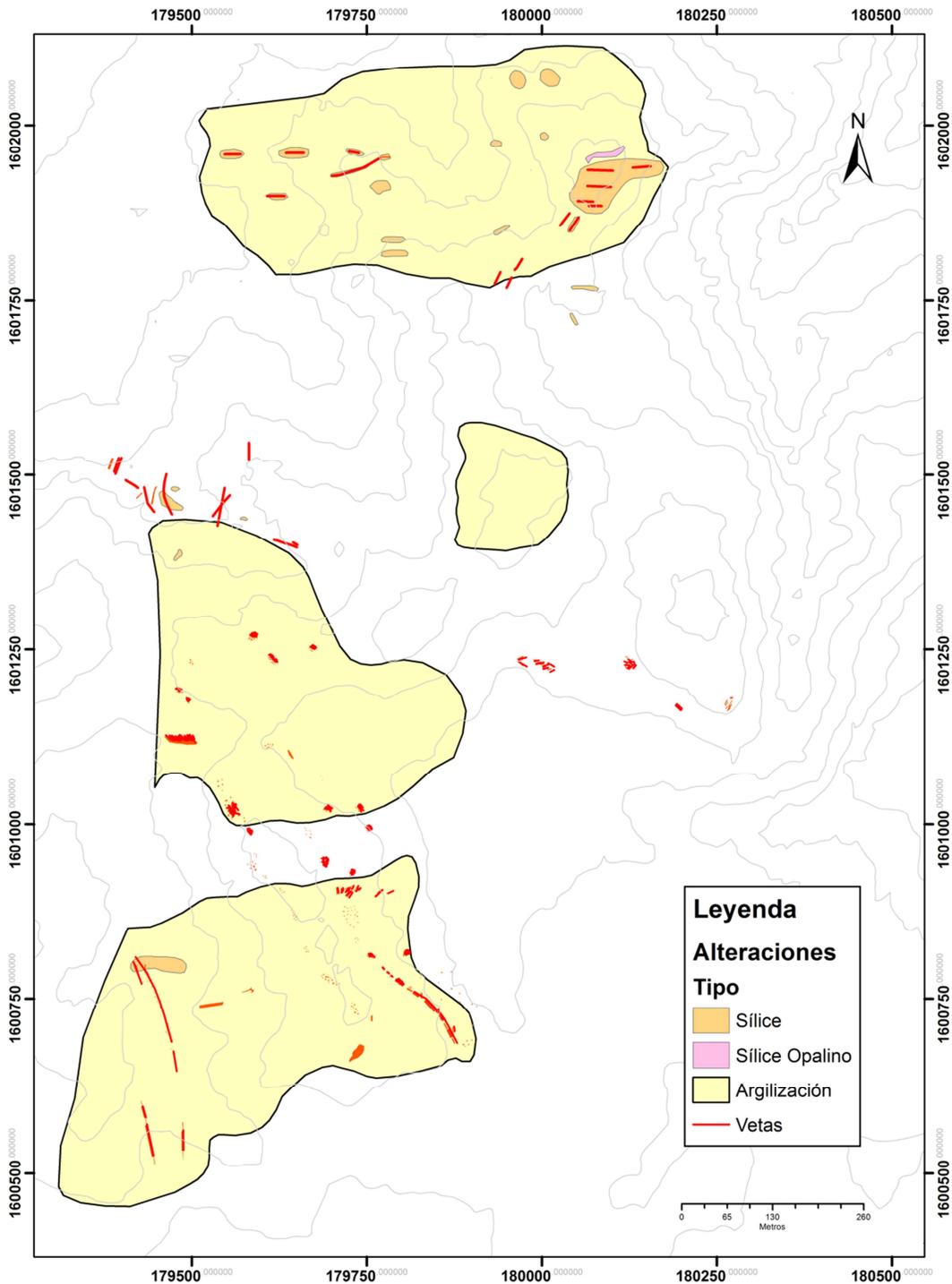
a.) contiene un cristal al centro con colores de interferencia gris de orden 1, con un tenue tono verde y que contiene algunas inclusiones de óxidos, **b.)** muestra el mismo cristal con nicoles extraídos

Al considerar los resultados de laboratorio, que son de 1 133,2 g/T de Ag para esta muestra, y las características del mineral en sección delgada se determinó que se trata de acantita que es un sulfuro de plata. Como elementos asociados, en esta muestra también se reportan valores de Au y W

En el mapa 4 se pueden observar las zonas de alteración anteriormente descritas

MAPA 4

ZONAS DE ALTERACIÓN HIDROTHERMAL EN LA PARTE NORTE DEL ÁREA EL PINAL



Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

Al sureste de la comunidad El Pinal se encuentra una segunda zona de alteración que se caracteriza por la presencia de bloques de cuarzo a orillas del río Güirilá y sus proximidades, así como pequeños halos de agilización. Las muestras de reconocimiento de estas zonas reportaron resultados en el laboratorio de hasta 1,955 ppm de Au, el cual es el valor más alto para este metal en la zona.

Sin embargo, durante los trabajos de exploración a detalle no se pudo ubicar algún afloramiento que mostrara alguna estructura sobre la que se pudiera realizar un programa de muestreo más específico. Estos bloques de cuarzo se pueden observar en la fotografía 10.

FOTOGRAFÍA 10

BLOQUES RODADOS DE CUARZO HIDROTERMAL



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

Bloques como los de la fotografía 10 se encuentran en diferentes locaciones a orillas del río Güirilá, estas locaciones están alineadas más o menos con un rumbo N320°, lo cual corresponde con las orientaciones preferenciales de las zonas de vetas descritas anteriormente que se encuentran ubicadas en la parte norte. Estos bloques llegan a medir hasta

1,5 m, aunque en las ubicaciones que se encuentran más al norte disminuyen de tamaño, hasta unos 20 cm como máximo.

La alteración en esta zona se hace evidente sobre el lecho del río mediante parches de argilización como el de la fotografía 11.

FOTOGRAFÍA 11

ARGILIZACION SOBRE RÍO GÜIRILÁ



Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

También se observaron algunos planos de falla con fuerte silicificación y fuerte oxidación, ocasionalmente *boxwork* y pirita oxidada. Estos planos tienen un rumbo de N325°, que es aproximada a la orientación preferencial de vetas de cuarzo y de estructuras principales en el área, la fotografía 12 muestra uno de esos planos de falla.

FOTOGRAFÍA 12
PLANOS DE FALLA CON ALTERACIÓN SÍLICA



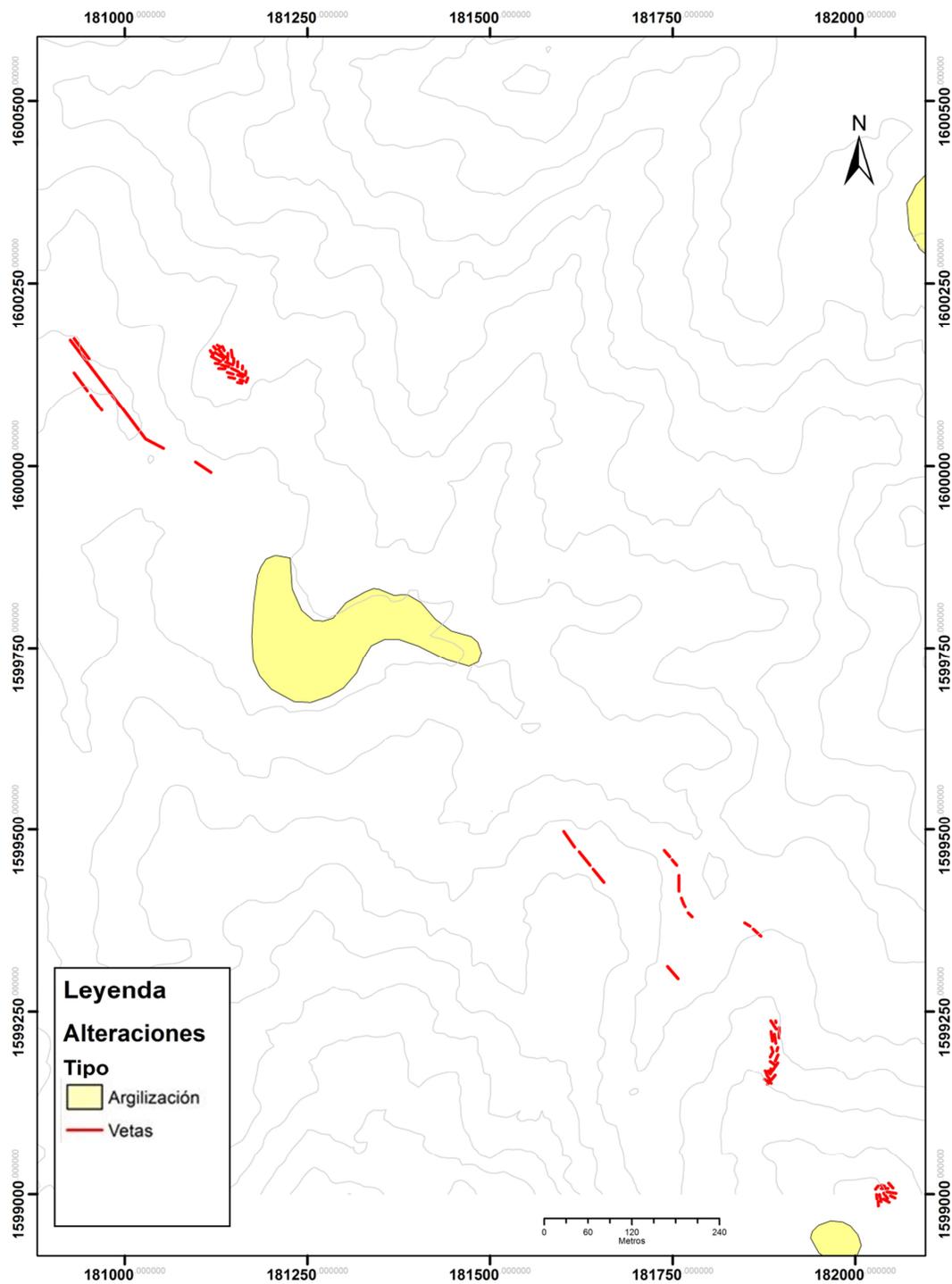
Fuente: Norman Hidalgo, 2013.

La alteración en la parte sur es más débil, lo que se puede inferir en el tamaño reducido de los halos y la falta de estructuras de sílice bien definidas, características que sí se observan en la parte norte.

El mapa 5 muestra las zonas de alteración de la parte sur del área de El Pinal.

MAPA 5

ZONAS DE ALTERACIÓN HIDROTHERMAL EN LA PARTE SUR DEL ÁREA EL PINAL



Fuente: Investigación de campo, 2014.

3.4 Delimitación de área principal de prospección y muestreo

Hawkes y Webb (1962) explican que con el objetivo de definir de mejor manera los valores de fondo o *background* de un área determinada, lo ideal es tomar muestras no solo en las zonas de alteración o lugares con conocida mineralización, sino también tomar muestras del material ya sean suelos o secuencia de rocas presente, que se encuentren frescas o que no estén afectadas por los procesos mineralizantes, esto para conocer las concentraciones de fondo de los elementos de interés en el área de estudio.

Durante los recorridos de reconocimiento en la zona de El Pinal, se tomaron algunas muestras de roca sin alterar; luego de ubicadas y delimitadas las zonas con potencial se procedió al muestreo sistemático de las mismas, tomando muestras de roca a lo largo de estructuras como vetas de cuarzo, *stockworks*, fallas y roca caja con alteración. Las muestras de suelo también fueron tomadas a lo largo de estas zonas en distintas direcciones según la configuración de las estructuras y halos de alteración presentes.

De esta manera se define que la mayoría de las muestras se encuentran ubicadas en un cuadro con las coordenadas de la tabla 2.

TABLA 2

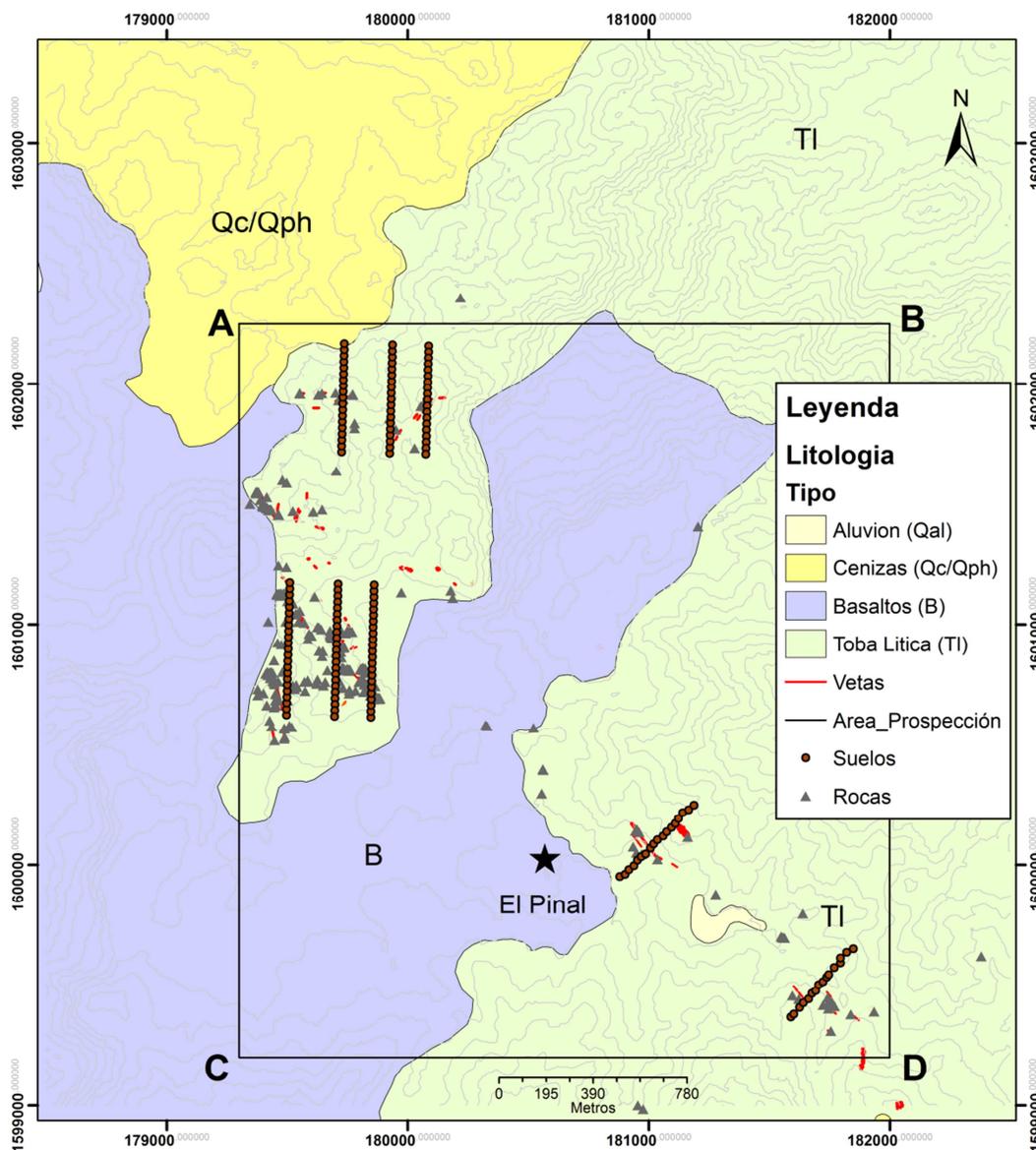
COORDENADAS DE VÉRTICES DE ÁREA PRINCIPAL DE PROSPECCIÓN

VERTICE	NORTE	ESTE
A	1602250	179300
B	1602250	182000
C	1599200	179300
D	1599200	182000

Fuente: Tomados de la hoja topográfica Laguna de Retana, IGN, 1986

Quedó así enmarcada una superficie de 9 km² considerada como área principal de prospección, ya que la mayoría de trabajos se realizaron en ese lugar. En el mapa 6 se aprecia un rectángulo enmarcado con las coordenadas de la tabla 2, así como las muestras de roca y suelo recolectadas.

MAPA 6
DELIMITACIÓN DE ÁREA PRINCIPAL DE PROSPECCIÓN



Fuente: Investigación de campo, 2014

3.5 Interpretación estadística básica de la información geoquímica de muestras de roca

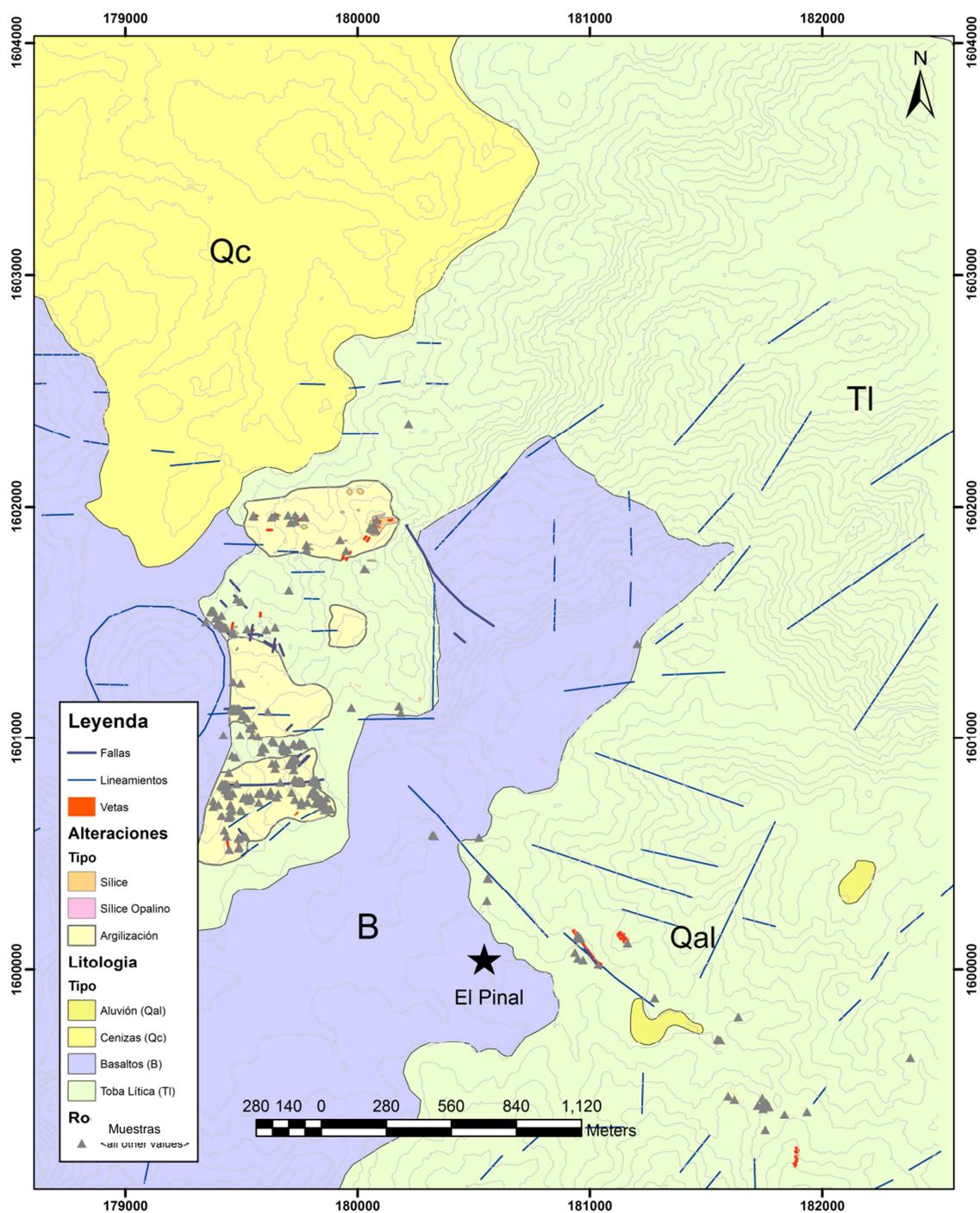
En el área de El Pinal se colectaron en total 356 muestras de roca, para las cuales se solicitó análisis para Au, Ag y otros 30 elementos (Au+Ag+ICP30), los resultados se pueden observar en la tabla del anexo 1.

Las muestras están distribuidas a lo largo de las zonas de alteración y estructuras de interés, en una dirección aproximada de N315°, desde las zonas de alteración al sur hacia las alteraciones al norte.

La mayor parte del muestreo se concentra en las alteraciones al norte de El Pinal, esto es porque en esas zonas se encuentran vetas de cuarzo y fallas con fuerte alteración, las cuales se pueden seguir por tramos considerables, y por lo mismo se realizaron muestreos sistemáticos sobre estas estructuras. El mapa 7 muestra la ubicación de muestras de roca.

MAPA 7

UBICACIÓN DE MUESTRAS DE ROCA EN LA ZONA DE EL PINAL



Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

3.5.1 Comportamiento geoquímico-estadístico general

Luego de realizar el tratamiento estadístico para cada elemento como se indicó en el inciso 2.7, se obtuvieron los datos que se encuentran en la tabla 3, la cual resume la información estadística y geoquímica para las muestras de roca tomadas en la zona de El Pinal.

TABLA 3
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DE MUESTRAS DE ROCA EN LA ZONA DE EL PINAL

Elemento	Max. (ppm)	Min. (ppm)	Media geométrica (Background) en (ppm)	Desviación estándar (σ)	Media geométrica + 2σ (Umbral) en ppm
Au	1,955	0,005	0,01549	0,9128	0,9617
Ag	1 133,2	0,01	0,3879	0,9688	2,6936
Al	2,73	0	0,4068	0,6116	1,3827
As	3 067	2	25,1507	0,65	92,2938
Ba	672	10	53,3225	0,6879	211,0754
Bi	7	1	2,6768	0,4589	6,7000
Ca	2	1	0,020	0,158	0,337
Cd	3,1	0,6	----	----	----
Co	26	1	1,9086	0,6096	6,4603
Cr	265	3	35,3173	1,4071	589,0428
Cu	45	1	5,5463	0,6304	19,5696
Fe	9,7	0,27	0,3714	0,4886	0,9869
K	0,47	0,02	0,1635	0,5655	0,5066
La	40	2	13,7227	0,6473	50,0821
Mg	0,18	0,001	0,02071	0,4534	0,05129
Mn	4 617	7	51,0293	0,8458	276,9951
Mo	260	2	16,7368	1,0728	147,0728
Na	0,08	0,01	0,01055	0,1869	0,01534
Ni	9	1	2,2935	0,5058	6,3073
P	885	15	77,9338	0,5780	247,5964
Pb	997	2	12,39	0,8374	66,1601
Sb	17	2	3,2147	0,4430	7,7974
Sc	6	1	1,8773	0,4430	4,9
Sr	92	1	4,7851	0,6120	16,2761
Ti	0,05	0,01	----	----	----
V	93	1	5,9984	0,6275	21,0415
W	37	----	----	----	----
Zn	146	2	7,5217	0,6425	27,1914
Zr	30	2	3,6089	0,5517	10,8775

Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la tabla se indican los resultados del análisis de 29 elementos, sin embargo para los elementos Cd y Ti únicamente se listan los valores máximo y mínimo, ya que en el caso de Cd,

únicamente 4 muestras sobrepasan el valor mínimo de detección, mientras que para Ti, únicamente 7.

El elemento W únicamente reporta una muestra con valor. Para los elementos B, Hg y Ta ninguna muestra reporta valores por encima del límite inferior de detección, por lo que fueron descartados del análisis.

TABLA 4
ABUNDANCIA DE ELEMENTOS EN ROCAS ÍGNEAS COMUNES

Elemento	Contenido (ppm)	Elemento	Contenido (ppm)
<i>aluminio</i>	81000	<i>Molibdeno</i>	1.7
<i>Antimonio</i>	0.3	<i>Niquel</i>	100
<i>Arsénico</i>	2	<i>Niobio</i>	20
<i>Bario</i>	640	<i>Osmio</i>	0.0001
<i>Berilio</i>	4.2	<i>Oxígeno</i>	473000
<i>Bismuto</i>	0.1	<i>Paladio</i>	0.02
<i>Boro</i>	13	<i>Fósforo</i>	900
<i>Bromo</i>	1.8	<i>Platino</i>	0.005
<i>Cadmio</i>	0.13	<i>Potasio</i>	25000
<i>Calcio</i>	33000	<i>Renio</i>	0.001
<i>Carbono</i>	230	<i>Rodio</i>	0.001
<i>Cerio</i>	40	<i>Rubidio</i>	280
<i>Cesio</i>	10	<i>Rutenio</i>	0.0001
<i>Cloro</i>	230	<i>Escandio</i>	13
<i>Cromo</i>	117	<i>Selenio</i>	0.01
<i>Cobalto</i>	18	<i>Silicon</i>	291000
<i>Cobre</i>	70	<i>Plata</i>	0.2
<i>Flúor</i>	660	<i>Sodio</i>	25000
<i>Galio</i>	26	<i>Estroncio</i>	350
<i>Germanio</i>	2	<i>Azufre</i>	900
<i>Oro</i>	0.001	<i>Tántalo</i>	2.7
<i>Hafnio</i>	3	<i>Telurio</i>	0.001
<i>Indio</i>	0.1	<i>Talio</i>	1.7
<i>Iodo</i>	0.4	<i>Torio</i>	13
<i>Iridio</i>	0.001	<i>Estaño</i>	32
<i>Hierro</i>	46500	<i>Titanio</i>	4400
<i>Plomo</i>	12	<i>Wolframio</i>	2
<i>Litio</i>	50	<i>Uranio</i>	2.6
<i>Magnesio</i>	17000	<i>Vanadio</i>	90
<i>Manganeso</i>	1000	<i>Zinc</i>	80
<i>Mercurio</i>	0.06	<i>Zirconio</i>	170

Fuente: Tomado de: *Herbert Hawkes, John Webb.: GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 22.

La tabla 4 lista los valores de fondo o concentraciones promedio de los elementos en las rocas ígneas comunes, comparando los resultados de la tabla 3 con los valores propuestos en la tabla 3, es posible identificar que los elementos analizados en las muestras de roca tomadas en la zona de El Pinal cuyas concentraciones promedio o *background* se encuentran por encima de las concentraciones promedio en rocas ígneas comunes son Au, Ag, As, Bi, Mo, Pb y Sb.

Por lo que las anomalías obtenidas durante el análisis estadístico para estos 7 elementos se consideran como anomalías significativas.

3.5.2 Coeficiente de correlación

El coeficiente de correlación nos permite conocer el grado de relación que existe entre dos variables cuantitativas, en este caso la concentración de los elementos analizados en las muestras. El tipo de relación que nos permite conocer es la probabilidad de que cuando el contenido de un elemento aumente, los contenidos de los elementos relacionados también se elevarán.

Los coeficientes de correlación de las muestras de roca analizadas se muestran en la tabla 5, los grupos que tienen un alto coeficiente de correlación, por sobre 0.5 son Ag-W, Al-La, Al-Sc, Al-Sr, As-Cd, As-V, Ba-Co, Ba-Mn, Cd-Fe, Cd-V, Ca-Mn, Ca-P, Cr-Ni, Fe-Sc, Fe-V, K-La, Sc-V, Sc-Zr, Ti-V, Ti-Zr y V-Zr.

TABLA 5
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN PARA CONTENIDO DE ELEMENTOS EN MUESTRAS DE ROCA

	Au	Ag	Al	As	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Sb	Sc	Sr	Ti	V	W	Zn	Zr
Au	1																												
Ag	0.333	1																											
Al	0.070	0.034	1																										
As	0.001	0.011	0.008	1																									
Ba	0.078	0.024	0.115	0.312	1																								
Bi	0.152	0.020	0.103	0.035	0.119	1																							
Ca	0.368	0.008	0.062	0.021	0.062	0.035	1																						
Cd	0.001	0.006	0.043	0.923	0.223	0.024	0.011	1																					
Co	0.007	0.021	0.075	0.121	0.514	0.043	0.026	0.093	1																				
Cr	0.107	0.028	0.286	0.059	0.040	0.070	0.178	0.061	0.040	1																			
Cu	0.047	0.041	0.457	0.011	0.045	0.024	0.009	0.019	0.004	0.126	1																		
Fe	0.091	0.040	0.480	0.480	0.357	0.131	0.082	0.529	0.321	0.205	0.298	1																	
K	0.094	0.048	0.118	0.099	0.120	0.233	0.066	0.107	0.135	0.107	0.076	0.211	1																
La	0.163	0.057	0.636	0.006	0.181	0.182	0.127	0.030	0.050	0.338	0.363	0.426	0.522	1															
Mg	0.082	0.005	0.388	0.036	0.193	0.144	0.020	0.021	0.157	0.130	0.165	0.290	0.227	0.324	1														
Mn	0.002	0.003	0.006	0.188	0.553	0.034	0.012	0.121	0.897	0.058	0.056	0.237	0.036	0.039	0.116	1													
Mo	0.062	0.013	0.153	0.133	0.032	0.039	0.064	0.097	0.016	0.046	0.071	0.084	0.109	0.062	0.057	0.025	1												
Na	0.096	0.037	0.137	0.012	0.110	0.043	0.193	0.063	0.013	0.058	0.179	0.019	0.070	0.143	0.115	0.040	0.091	1											
Ni	0.129	0.050	0.227	0.006	0.071	0.061	0.209	0.034	0.055	0.873	0.074	0.204	0.071	0.297	0.070	0.052	0.008	0.125	1										
P	0.029	0.030	0.095	0.316	0.395	0.066	0.063	0.308	0.552	0.047	0.092	0.523	0.211	0.138	0.325	0.539	0.153	0.040	0.008	1									
Pb	0.022	0.009	0.082	0.019	0.024	0.167	0.022	0.009	0.011	0.138	0.199	0.083	0.046	0.142	0.018	0.014	0.088	0.150	0.126	0.151	1								
Sb	0.096	0.045	0.080	0.417	0.135	0.044	0.045	0.414	0.049	0.314	0.014	0.176	0.214	0.075	0.055	0.003	0.424	0.026	0.196	0.187	0.062	1							
Sc	0.064	0.033	0.860	0.335	0.203	0.062	0.060	0.355	0.096	0.291	0.444	0.603	0.003	0.480	0.283	0.069	0.125	0.033	0.282	0.151	0.070	0.095	1						
Sr	0.023	0.019	0.056	0.442	0.427	0.097	0.042	0.290	0.082	0.055	0.071	0.287	0.244	0.217	0.340	0.091	0.027	0.370	0.059	0.356	0.005	0.153	0.178	1					
Ti	0.027	0.012	0.475	0.012	0.061	0.017	0.024	0.021	0.064	0.060	0.179	0.251	0.040	0.157	0.126	0.030	0.060	0.058	0.006	0.035	0.012	0.050	0.464	0.008	1				
V	0.027	0.012	0.500	0.615	0.306	0.059	0.044	0.568	0.223	0.083	0.133	0.601	0.099	0.144	0.275	0.243	0.028	0.055	0.105	0.270	0.072	0.257	0.705	0.274	0.553	1			
W	0.314	0.997	0.027	0.010	0.021	0.014	0.000	0.005	0.019	0.021	0.041	0.033	0.040	0.045	0.000	0.003	0.012	0.038	0.042	0.028	0.004	0.036	0.028	0.018	0.010	0.008	1		
Zn	0.009	0.093	0.208	0.359	0.185	0.042	0.029	0.474	0.154	0.078	0.122	0.301	0.180	0.064	0.256	0.160	0.051	0.056	0.081	0.332	0.084	0.208	0.331	0.246	0.145	0.372	0.092	1	
Zr	0.055	0.007	0.800	0.070	0.150	0.070	0.082	0.096	0.144	0.224	0.288	0.476	0.034	0.419	0.198	0.088	0.076	0.040	0.185	0.102	0.078	0.067	0.773	0.002	0.897	0.702	0.001	0.234	1

Fuente: Norman Hidalgo, 2014.

3.5.3 Distribución de los elementos

Au: El contenido promedio de oro va de 0,005 ppm a 1,955 ppm con solo cuatro muestras por sobre los 0,4 ppm. TG-05498 con 0,401 ppm y TG-010608 con 0,854 ppm, las cuales también presentan anomalías de Ag con 5 ppm para la primera y 1133,2 ppm para la segunda.

En la zona de alteración al sur de la comunidad El Pinal, a orillas del río Güirila, se colectaron muestras de rodados de cuarzo hidrotermal, las cuales reportan 1,955 ppm para TG-01545 y 1,508 ppm para TG-05940, que son los valores más altos para Au en la zona El Pinal.

Ag: El contenido de plata va desde 0,01 ppm a 1 133,2 ppm, siendo la zona de alteración norte la que presenta los valores más elevados con 79,2 ppm y 1 133,2 ppm para las muestras TG-05365 y TG-010608, respectivamente. El material colectado para estas muestras es cuarzo hidrotermal en afloramiento de veta para la primera y rodados de cuarzo para la segunda. Para la zona de alteración sur el valor más alto registrado es de 17,9 ppm en la muestra TG-01545.

Al: El rango de contenido de aluminio en las muestras de roca va desde 0 ppm hasta 2,73 ppm en la muestra TG-013089, ubicada al norte de la comunidad el pinal.

As: Los valores reportados para arsénico van desde 2 ppm a 3 067 ppm, con los valores más elevados en las muestras TG-05386 con 2 500 ppm y TG-05387 con 3 067 ppm, tomadas en sílice opalino que aflora al norte de la comunidad el pinal. En esta zona las estructuras tienden a orientarse **E-W**.

Ba: El rango de contenido de bario va desde <1 ppm a 672 ppm, y las muestras que reportaron los valores más altos se encuentran ubicadas en la zona de alteración al norte de la comunidad El Pinal, las cuales se tomaron de vetas de cuarzo hidrotermal y su alteración sílica asociada.

Bi: Para bismuto el valor más alto reportado fue el de 7 ppm para dos muestras, TG-05364 y TG-05365 las cuales se tomaron en una veta de cuarzo ubicada al norte de la comunidad El Pinal. Estas muestras también reportan valores de 3,2 y 79,1 ppm de Ag y 180 ppm y 273 ppm de Pb, respectivamente.

Ca: el valor máximo reportado para calcio es de 2 ppm, en dos muestras GE-05939 y GE-05940 ubicadas al sur de la comunidad El Pinal, las cuales se obtuvieron de rodados de cuarzo hidrotermal. GE-05940 también reporta 1,508 ppm de Au y 14,2 ppm de Ag.

Cd: Casi todas las muestras tienen valores reportados para Cd menores a 0,5 ppm, únicamente 4 muestras reportan valores por encima de eso y la más alta de estas cuatro tiene 3,1 ppm, la cual es la muestra TG-05387 que es la misma que reporta el valor más alto para As y también contiene 17 ppm de Sb.

Co: El rango de valores es de <1 ppm a 26 ppm, el valor más alto se reporta en la muestra TG-05393 colectada en la zona de alteración al norte de El Pinal, esta muestra también reporta valores elevados para Mn.

Cr: Los valores reportados para cromo van desde <3 ppm a 265 ppm con un promedio de 68,8 ppm, para muestras de roca en la zona de El Pinal. Valores por encima del promedio se reportan tanto para la zona de alteración norte como la zona de alteración sur.

Cu: En muestras de roca el contenido de Cu va desde <1 ppm a 45 ppm, y los valores más altos los reportan dos muestras de veta de cuarzo tomadas en la parte suroeste de la zona de alteración norte, TG-05416 y TG-05417 con 45 ppm y 38 ppm respectivamente.

Fe: El valor más alto reportado de 9,07 ppm y es en la misma muestra que reporta 3 067 ppm de arsénico, TG-5387.

K: El valor máximo es de 0,47 ppm, y la locación con los valores más altos se encuentra en la parte oeste de la zona de alteración al norte de la comunidad El Pinal.

La: El rango de concentración en rocas para La es de 2 ppm a 40 ppm, muestras colectadas en una zona de falla con fuerte Argilización y ocasional silicificación reportan los valores más elevados para este elemento, esto al noroeste de la comunidad El Pinal.

Mg: Se tiene como valor máximo 0,18 ppm, valor obtenido de una muestra de roca TG-05401 ubicada al norte del área de estudio.

Mn: Va desde 7 ppm a 4 617 ppm, el valor más elevado pertenece a la muestra TG-05393, y tiene relación también con valores altos de Co y Ba. Esta muestra fue colectada en una veta de Qz que se encuentra en el extremo norte de la zona de alteración ubicada al norte de El Pinal.

Mo: el valor más alto reportado es de 260 ppm, en la muestra TG-03374 colectada a un rodado de cuarzo, la cual también reporta 446 ppm de Pb. La ubicación de la muestra es en la parte suroeste de la zona de alteración al norte de la comunidad El Pinal.

Na: El contenido más elevado de sodio registrado es de 0,08 ppm, y pertenece a la muestra TG-5498, la cual también reporta 0,401 ppm de Au el cual es uno de los valores más altos para ese elemento en la zona de alteración al norte de la comunidad El Pinal.

Ni: El rango de valores para níquel en muestras de roca es de 1 ppm a 9 ppm, el valor más alto corresponde a la muestra TG-10579, tomada en Tobas líticas en la zona norte.

Fósforo (P): Para fósforo el rango de contenido en las muestras de roca es de <0,05 ppm a 885 ppm, la muestra TG-5393 reporta el valor máximo para este elemento, esta muestra también reporta valores elevados para Mn (4 617 ppm) y Ba (515 ppm).

Pb: El rango de valores para plomo va de 2 ppm a 997 ppm, las muestras TG-10591 y TG-10611 reportan valores de 702 y 997 ppm, respectivamente. Esos son los valores más altos obtenidos para la zona de alteración al norte de la comunidad El Pinal, ubicadas en la parte suroeste de esa zona de alteración específicamente, el material muestreado fue vetas de cuarzo.

Sb: Para antimonio el rango de valores va desde 2 ppm a 17 ppm, las muestras TG-05386 y TG-05387 reportan valores de 11 y 17 ppm respectivamente, el cual es el mayor contenido reportado para muestras de roca en El Pinal. Estas muestras también son las que reportan los mayores contenidos de As con 2 500 ppm y 3 067 ppm respectivamente, el material muestreado es sílice opalino en la zona de alteración norte.

Sc: En muestras de roca el valor más alto para Sc es de 6 ppm en la muestra TG-05387, la cual también reporta anomalías para As, Sb, y Ba.

Sr: Para el área de El Pinal el rango de valores de Sc reportado en muestras de roca es de 1 ppm a 92 ppm, la muestra TG-05498 tiene el mayor contenido de este elemento, y también reporta 0,401 ppm de Au.

Ti: El valor más alto registrado para titanio es de 0,05 ppm en la muestra TG-03417, ubicada en la zona de alteración al norte de la comunidad El Pinal. Y se encuentra asociada a leves valores de Ag en ese sector.

V:El rango de valores para vanadio es de 1 ppm a 93 ppm para la zona de El Pinal, los resultados más altos los registraron las muestras TG-05386 Y TG-05389 con 93 ppm y 80 ppm, respectivamente. Las zonas con contenidos anómalos de Vanadio, también se traslapan con zonas anómalas de Ba y As.

Zn: El promedio en contenido de Zn para la zona de EL Pinal es de 36,4 ppm con un valor máximo de 146 ppm, registrado en la muestra TG-05477, la cual se encuentra en las cercanías de muestras de reportan valores anómalos para Bi y Ag.

Zr: El valor máximo reportado es de 30 ppm en muestras de roca, y con una media de 3,11 ppm. La muestra con el valor máximo se encuentra al norte de la comunidad El Pinal, cerca de muestras que reportan anomalías de Ag y Bi.

3.5.4 Anomalías geoquímicas en muestras de roca

Los únicos elementos relacionados a mineralización, cuyos valores promedio en las muestras de roca se encuentra por encima de los valores de fondo en rocas ígneas comunes son Au, Ag, As, Bi, Mo, Pb y Sb. Es por esto que los valores anómalos de estos elementos se consideran como anomalías significativas en la zona de El Pinal, a continuación se detalla la información obtenida para estos 7 elementos después del procesamiento de los datos.

3.5.4.1 Comportamiento geoquímico del Au en muestras de roca

Como se observa en la tabla 6, el contenido promedio o *background* para Au es de 0,01549 ppm, el valor de umbral obtenido es de 0,09617 ppm, por lo que las muestras que reporten valores superiores son considerados como anomalías geoquímicas, el lote de muestras no utilizadas está compuesto por muestras que no reportaron valores por encima del límite mínimo de detección y por aquellas que se consideraron como altos erráticos luego de realizar la respectiva prueba de normalidad.

TABLA 6
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Au EN MUESTRAS DE ROCA

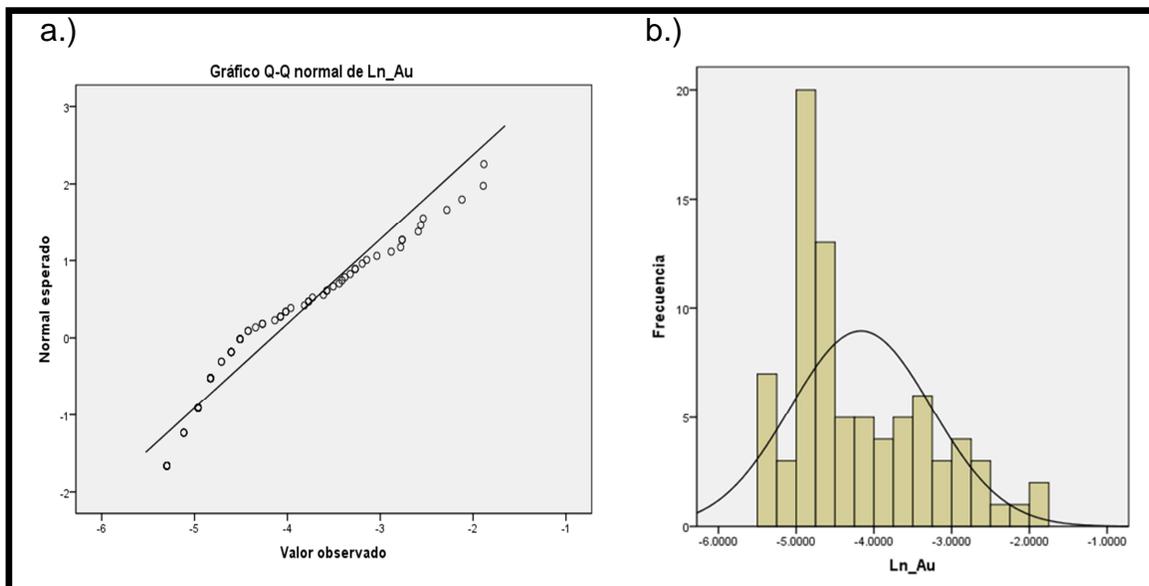
	Media geométrica	Desviación estándar	Umbral	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-4,167233	0,9128145	-2,3416034	-2,3026	0,67039	82	274	356
ppm	0,01549		0,09617	0,005	1,955			

Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la figura 21 se puede observar a) gráfico Q-Q normal de los datos de concentración de Au en muestras de roca, luego de ser transformados a escala lognormal. b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos.

FIGURA 21

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Au EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014.

Los gráficos de la figura 21 confirman que el conjunto de datos de valores de concentración de oro siguen una distribución lognormal, los puntos en el gráfico cuantil-cuantil representan valores de concentración de oro convertidos a escala logarítmica y se alinean sobre la recta que representa a una distribución normal idealizada.

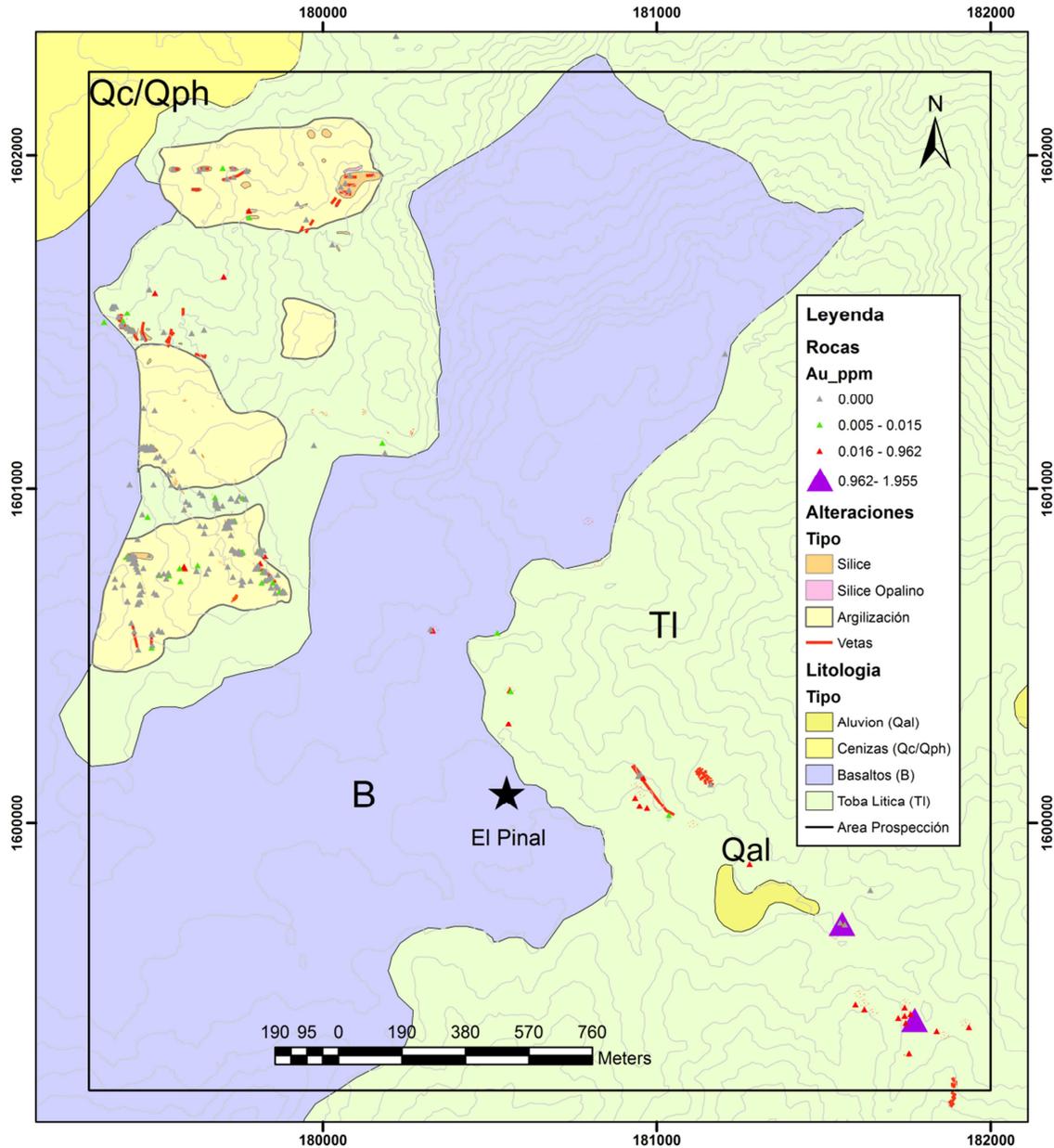
Asimismo en el histograma de frecuencia de los datos, también convertidos a escala logarítmica, se observa que el gráfico de la función de densidad de la distribución es simétrico, esto indica que la media, moda y mediana son iguales o muy similares (una de las características principales de una distribución normal). Los criterios anteriormente descritos se utilizaron para todos los elementos analizados.

Los rangos de valores observados en la tabla 6 se utilizan en el mapa 8 para que sea más fácil visualizar en donde se encuentran las anomalías, las muestras de color gris en el mapa son las que no reportaron valores por encima del valor mínimo de detección, las muestras de color verde son las que tienen valores por debajo del promedio o *background*.

Las muestras de color rojo son las que tienen valores arriba del promedio pero no mayor al umbral, las que se encuentran de color púrpura son las que sobrepasan el valor de umbral y representan a las anomalías geoquímicas.

MAPA 8

ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Au EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014.

Según se observa en el mapa 8, la mayoría de muestras con valores de Au por encima del promedio se encuentran al sureste de la comunidad El Pinal. Estas muestras fueron tomadas a rodados de cuarzo hidrotermal, los

cuales se alinean en un rumbo aproximado de N315°, las únicas dos muestras con valores por encima del umbral también se ubican en ese sector.

Las muestras que tienen valores por sobre el promedio al noroeste de El pinal, se tomaron en afloramientos de vetas de cuarzo y rocas con fuerte silicificación, las estructuras en esta zona también presentan una orientación de N315°.

3.5.4.2 Comportamiento geoquímico de Ag en muestras de roca

Para Ag, el valor promedio es de 0,3879 ppm y el umbral se fija en 2,6936 ppm, según se observa en la tabla 7. Las muestras que reporten valores superiores son consideradas como anomalías geoquímicas, el lote de muestras no utilizadas está compuesto por muestras que no reportaron valores por encima del límite mínimo de detección y por aquellas que se consideraron como altos erráticos luego de realizar la respectiva prueba de normalidad.

TABLA 7

COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DE Ag EN MUESTRAS DE ROCA

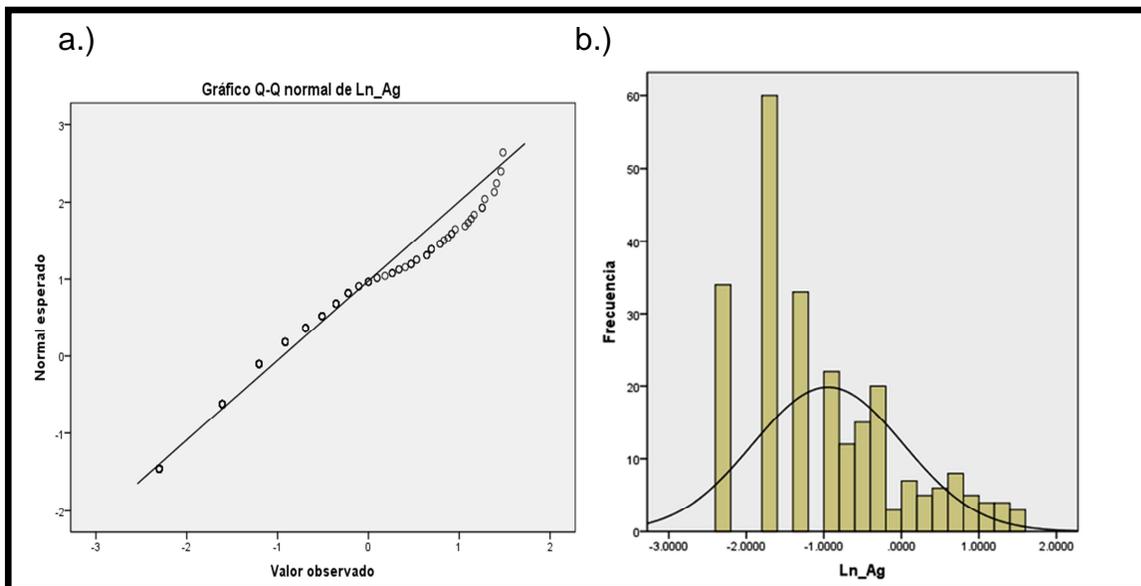
	Media geométrica	Desviación estándar	Umbral	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-0,946895	0,9688946	0,9908942	-2,3026	7,032801	241	115	356
ppm	0,3879		2,6936	0,01	1 133,2			

Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la figura 22 se puede observar a) gráfico cuantil-cuantil normal de los datos de concentración de Ag en muestras de roca, luego de ser transformados a escala lognormal. b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos

FIGURA 22

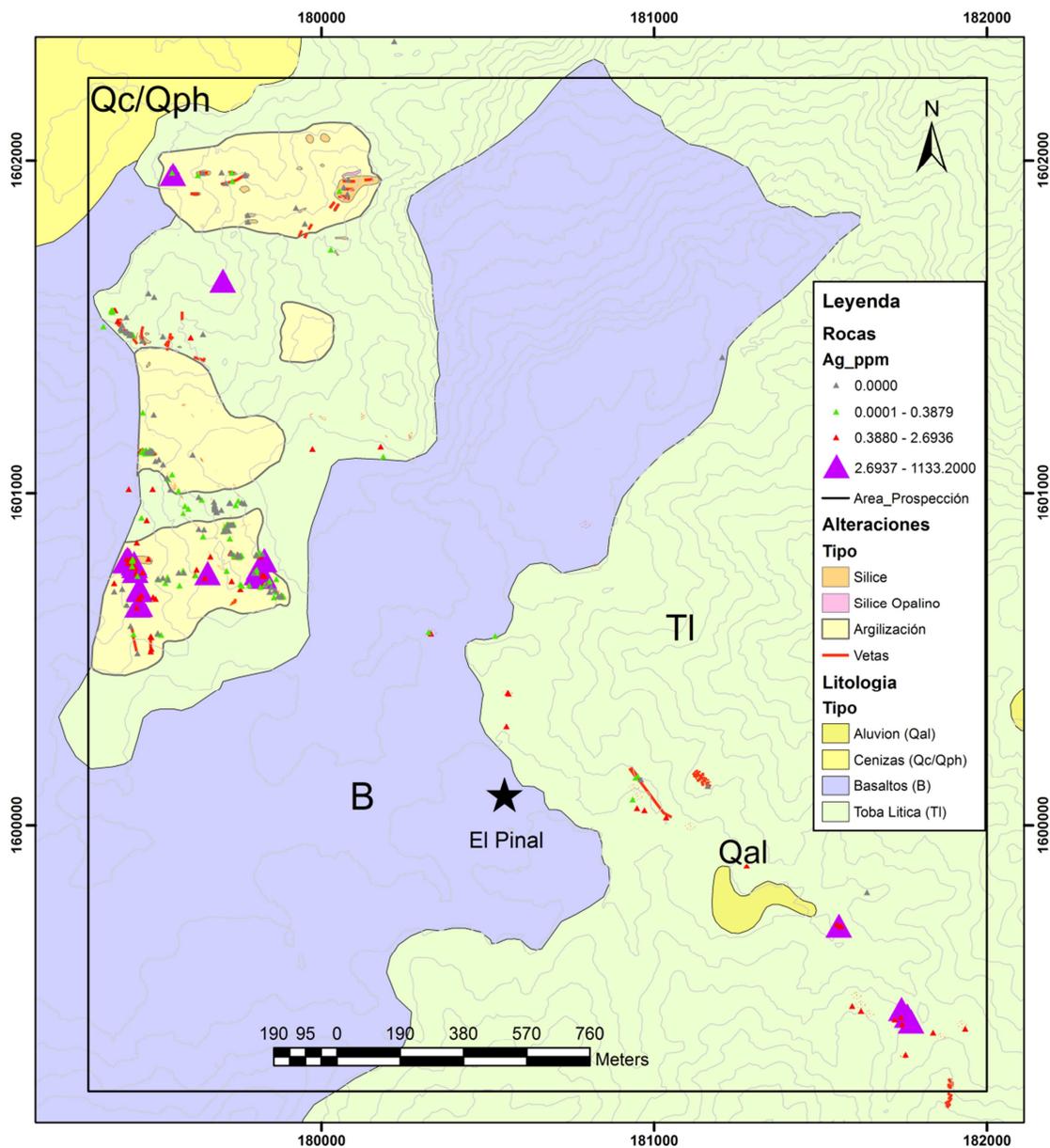
GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ag EN MUESTRAS DE ROCA



Los rangos de valores observados en la tabla 7 se utilizan en el mapa 9 para que sea más fácil visualizar en donde se encuentran las anomalías, las muestras de color gris en el mapa son las que no reportaron valores por encima del valor mínimo de detección, las muestras de color verde son las que tienen valores por debajo del promedio o *background*.

Las muestras de color rojo son las que tienen valores arriba del promedio pero no mayor al umbral, las que se encuentran de color púrpura son las que sobrepasan el valor de umbral y representan a las anomalías geoquímicas.

MAPA 9 ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Ag EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014.

Según el mapa 9, los valores de concentración de plata superiores al promedio se encuentran distribuidos a lo largo de la zona principal de muestreo, relacionados también a zonas anómalas de Au, y como se observa también tienen una tendencia de $N315^\circ$,

Sin embargo la mayoría de anomalías se concentran en la parte norte, con hasta 9 muestras que reportan concentraciones por encima del umbral.

3.5.4.3 Comportamiento geoquímico de As en muestras de roca

Como se observa en la tabla 8, el contenido promedio o *background* para As es de 25,1507 ppm, el valor de umbral obtenido es de 92,2938 ppm, por lo que las muestras que reporten valores superiores son considerados como anomalías geoquímicas, el lote de muestras no utilizadas está compuesto por muestras que no reportaron valores por encima del límite mínimo de detección y por aquellas que se consideraron como altos erráticos luego de realizar la respectiva prueba de normalidad.

TABLA 8
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL As EN MUESTRAS DE ROCA

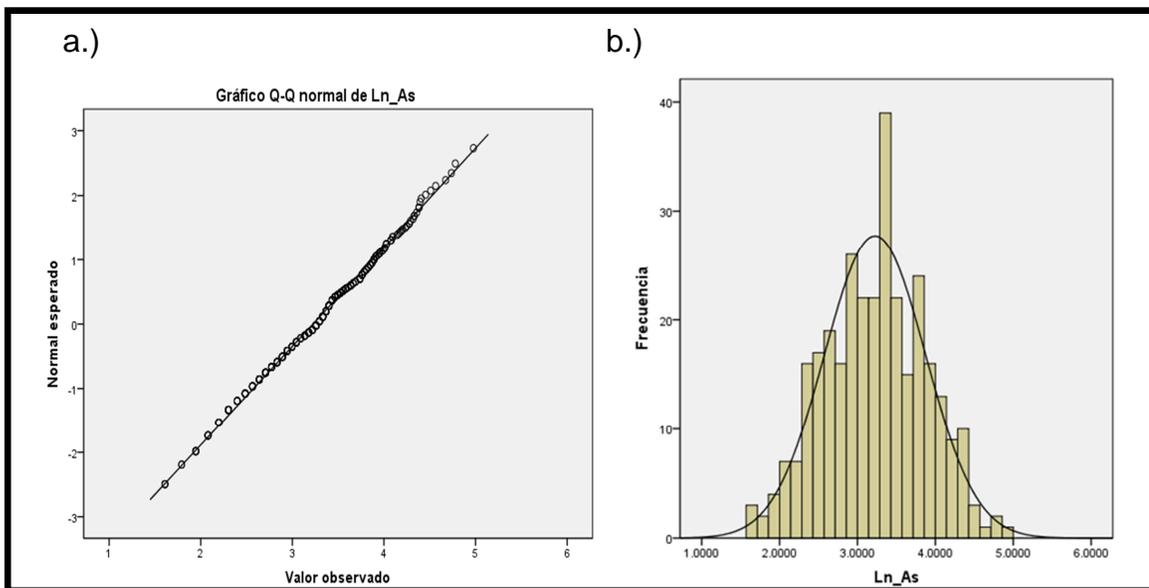
	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	3.224888	.6500449	4.5249778	1.6094	8.028455	316	40	356
ppm	25.15075		92.2938	5	3067			

Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la figura 23 se puede observar a) gráfico Q-Q normal de los datos de concentración de As en muestras de roca, luego de ser transformados a escala lognormal. b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos.

FIGURA 23

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA As EN MUESTRAS DE ROCA

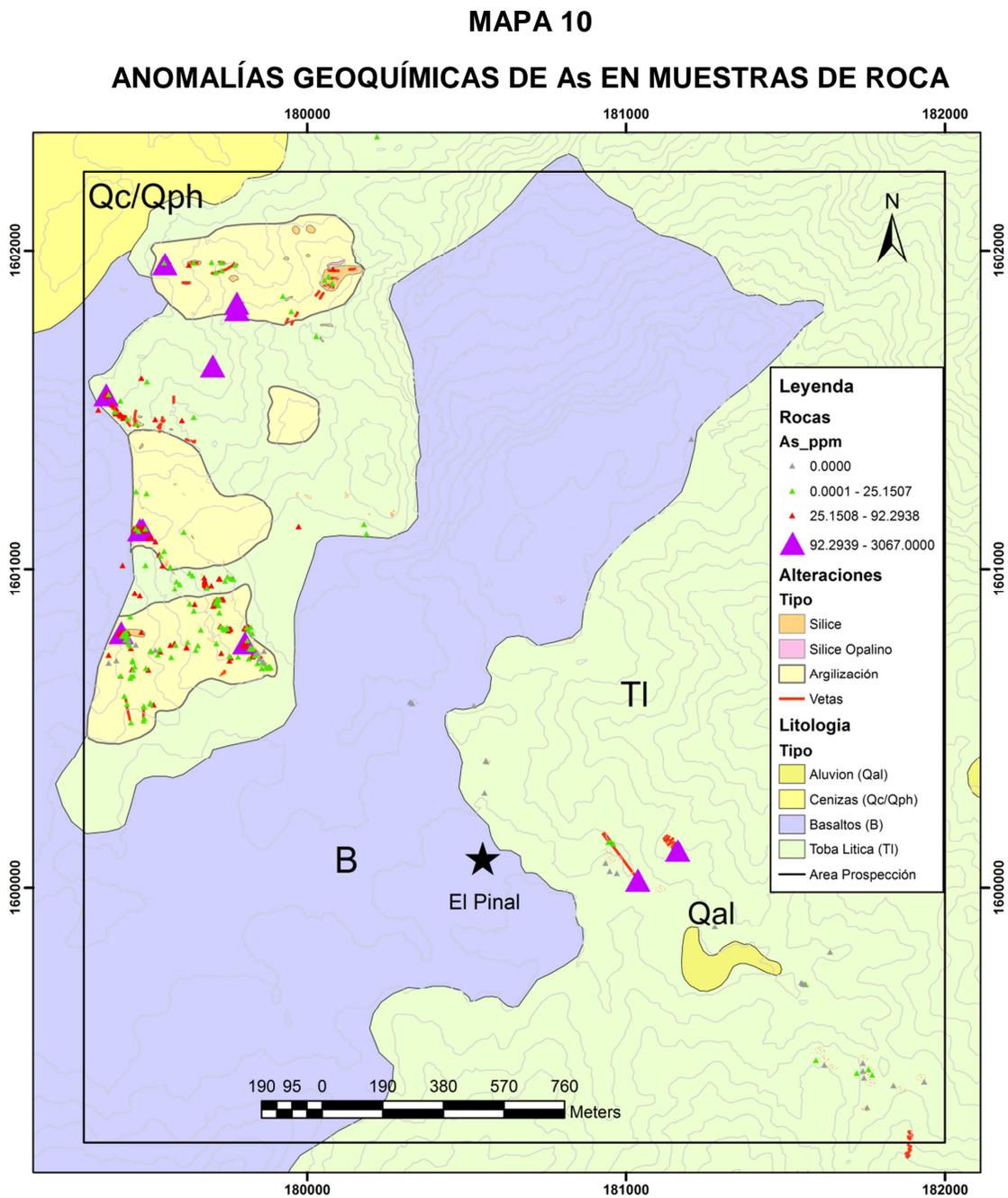


Fuente: Investigación de campo, 2014.

Los rangos de valores observados en la tabla 8 se utilizan en el mapa 10 para que sea más fácil visualizar en donde se encuentran las anomalías.

Las muestras de color gris en el mapa son las que no reportaron valores por encima del valor mínimo de detección, las muestras de color verde son las que tienen valores por debajo del promedio o *background*.

Las muestras de color rojo son las que tienen valores arriba del promedio pero no mayor al umbral, las que se encuentran de color púrpura son las que sobrepasan el valor de umbral y representan a las anomalías geoquímicas.



Fuente: Investigación de campo, 2014.

La mayoría de valores por encima del promedio, así como concentraciones anómalas, para As, se encuentran en las zonas de alteración al noroeste de El Pinal.

Como se observa en el mapa 10 únicamente dos muestras anómalas se encuentran en inmediaciones de la comunidad, asociadas a planos de falla con fuerte alteración sílica.

3.5.4.4 Comportamiento geoquímico de Bi en muestras de roca

En la tabla 9 se indica que el valor promedio de Bi en muestras de roca es de 2,6768 ppm y el valor de umbral para Bi es de 6,7 ppm, las muestras que reporten valores superiores son consideradas como anomalías geoquímicas. Para este elemento únicamente 30 muestras reportaron concentraciones superiores al valor mínimo de detección.

TABLA 9

COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Bi EN MUESTRAS DE ROCA

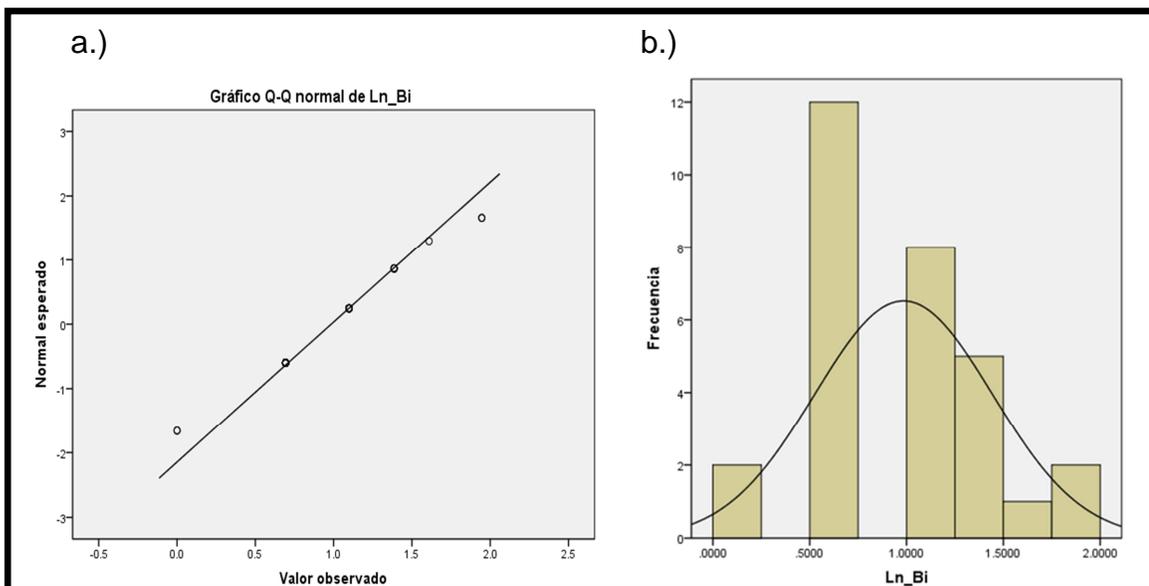
	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	0,984646	0,4589212	1,9024	0	1,94591	30	326	356
ppm	2,6768		6,7	1	7			

Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la figura 24 se puede observar a) gráfico cuantil-cuantil de los datos de concentración de Bi en muestras de roca, luego de ser transformados a escala lognormal. b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos.

FIGURA 24

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Bi EN MUESTRAS DE ROCA



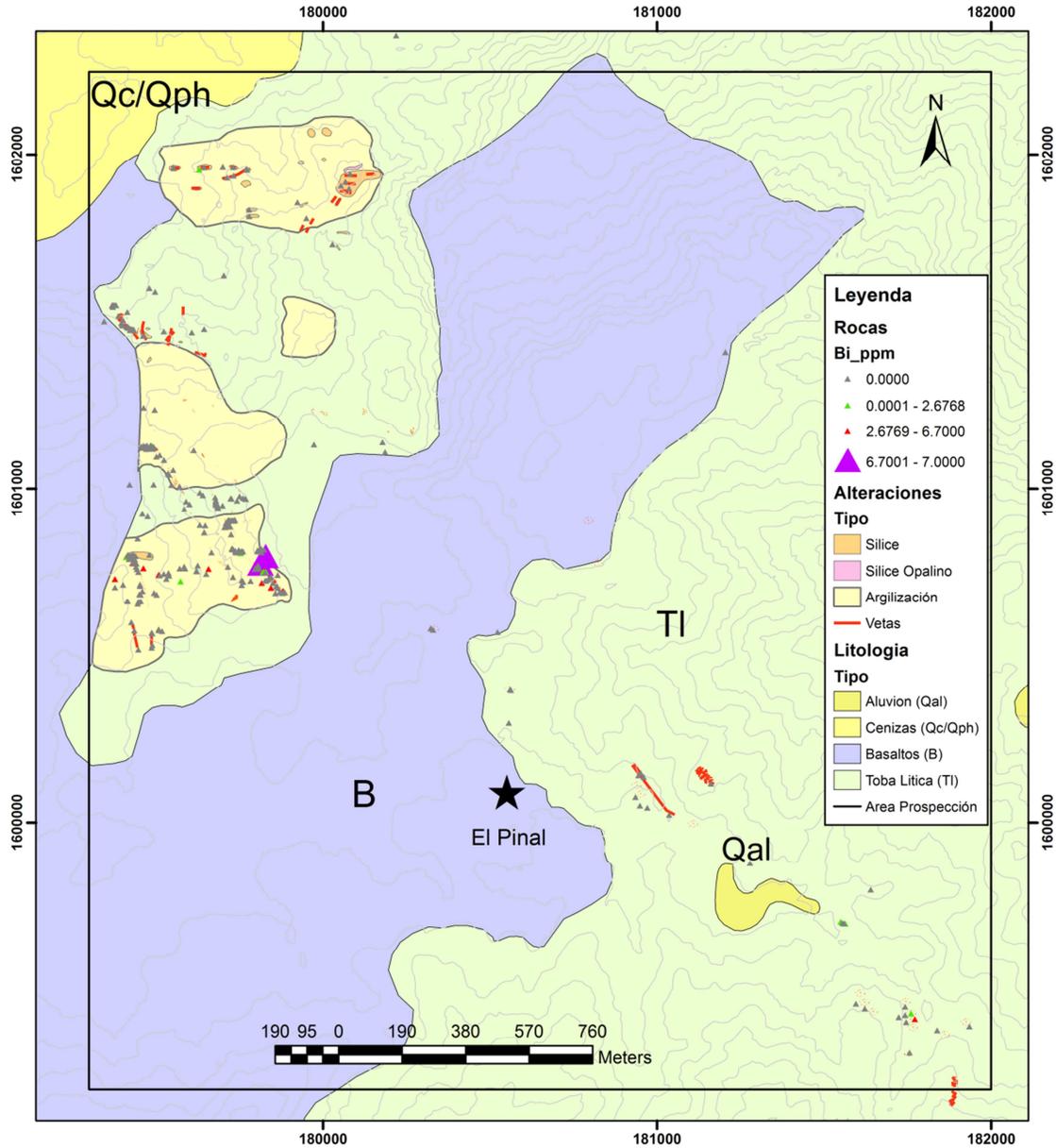
Fuente: Investigación de campo, 2014.

Los rangos de valores observados en la tabla 9 se utilizan en el mapa 11 para que sea más fácil visualizar en donde se encuentran las anomalías, las muestras de color gris en el mapa son las que no reportaron concentraciones por encima del valor mínimo de detección, las muestras de color verde son las que tienen valores por debajo del promedio o *background*.

Las muestras de color rojo son las que tienen valores arriba del promedio pero no mayor al umbral, las que se encuentran de color púrpura son las que sobrepasan el valor de umbral y representan a las anomalías geoquímicas.

MAPA 11

ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Bi EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014.

Como se observa en el mapa 11, casi todas las muestras que tienen valores por encima al promedio se

encuentran agrupados en una de las zonas de alteración al noroeste de la comunidad El Pinal, en este sector también se encuentra la única muestra con valor anómalo.

3.5.4.5 Comportamiento geoquímico de Mo en muestras de roca

Las características geoquímico-estadísticas para la distribución de concentraciones del elemento Mo se observan en la tabla 10, el análisis estadístico indica que el valor promedio en muestras de roca es de 16,7366 ppm, se indica también que el umbral esta en 143,07286 ppm.

Las muestras que tengan concentraciones superiores son consideradas como anómalas, para el análisis estadístico únicamente fueron descartadas 28 muestras.

TABLA 10
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Mo EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,817614	1,07287	4,963354	0,6931	5,5607	328	28	356
ppm	16,7368		147,07285	2	260			

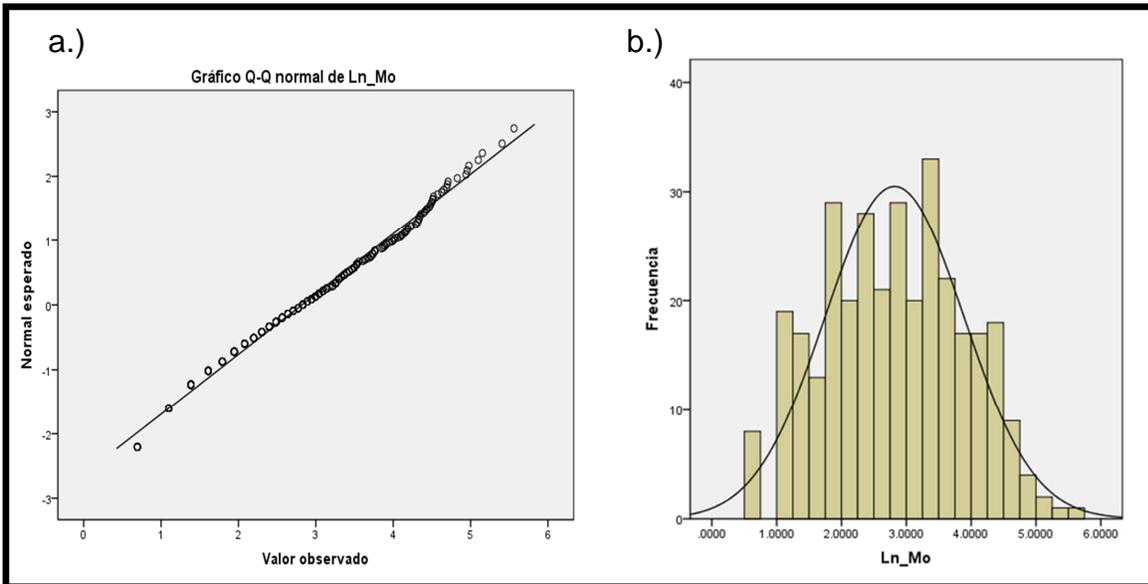
Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la figura 25 se puede observar a) gráfico cuantil-cuantil de los datos de concentración de Mo en muestras de roca, luego de ser transformados a escala lognormal.

b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos.

FIGURA 25

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA M_0 EN MUESTRAS DE ROCA



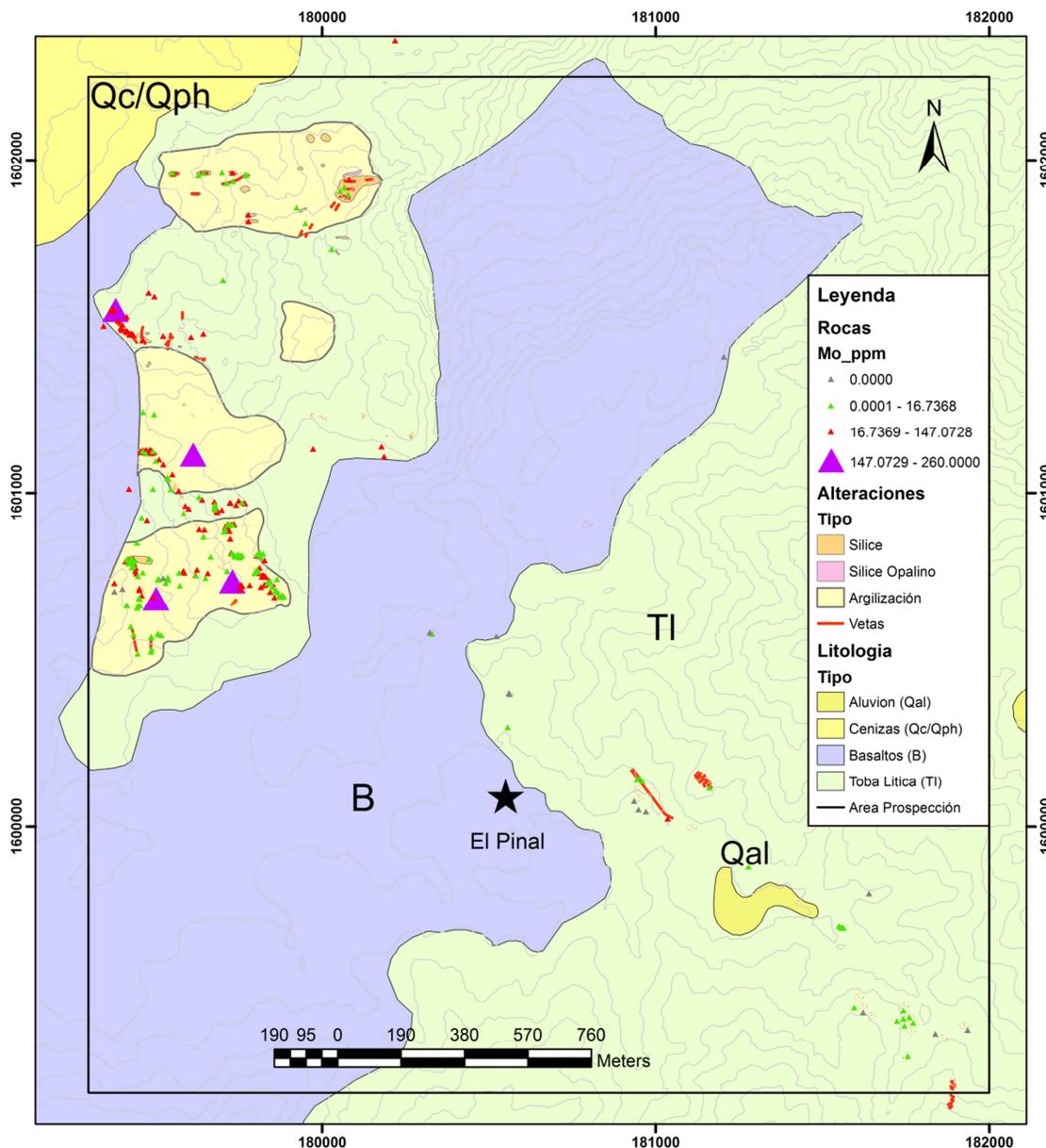
Fuente: Investigación de campo, 2014.

Los rangos de valores observados en la tabla 10 se utilizan en el mapa 12 para que sea más fácil visualizar en donde se encuentran las anomalías, las muestras de color gris en el mapa son las que no reportaron concentraciones por encima del valor mínimo de detección, las muestras de color verde son las que tienen valores por debajo del promedio o *background*.

Las muestras de color rojo son las que tienen valores arriba del promedio pero no mayor al umbral.

Las que se encuentran de color púrpura son las que sobrepasan el valor de umbral y representan a las anomalías geoquímicas.

MAPA 12
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Mo EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014.

Según el mapa 12, casi todas las muestras que reportan contenidos por encima del promedio se encuentran al noroeste de El Pinal, las estructuras muestreadas en esta zona (vetas, fallas,) tienen una orientación promedio de $N315^\circ$, aunque también existen estructuras con orientación *E-W* aproximadamente, únicamente tres muestras con concentraciones anómalas se ubican en la zona.

3.5.4.6 Comportamiento geoquímico de Pb en muestras de roca

Como se observa en la tabla 11, el contenido promedio o *background* para Pb es de 12,39 ppm, el valor de umbral obtenido es de 66,1601 ppm, por lo que las muestras que reporten valores superiores son considerados como anomalías geoquímicas.

El lote de muestras no utilizadas está compuesto por muestras que no reportaron valores por encima del límite mínimo de detección y por aquellas que se consideraron como altos erráticos luego de realizar la respectiva prueba de normalidad.

TABLA 11
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Pb EN MUESTRAS DE ROCA

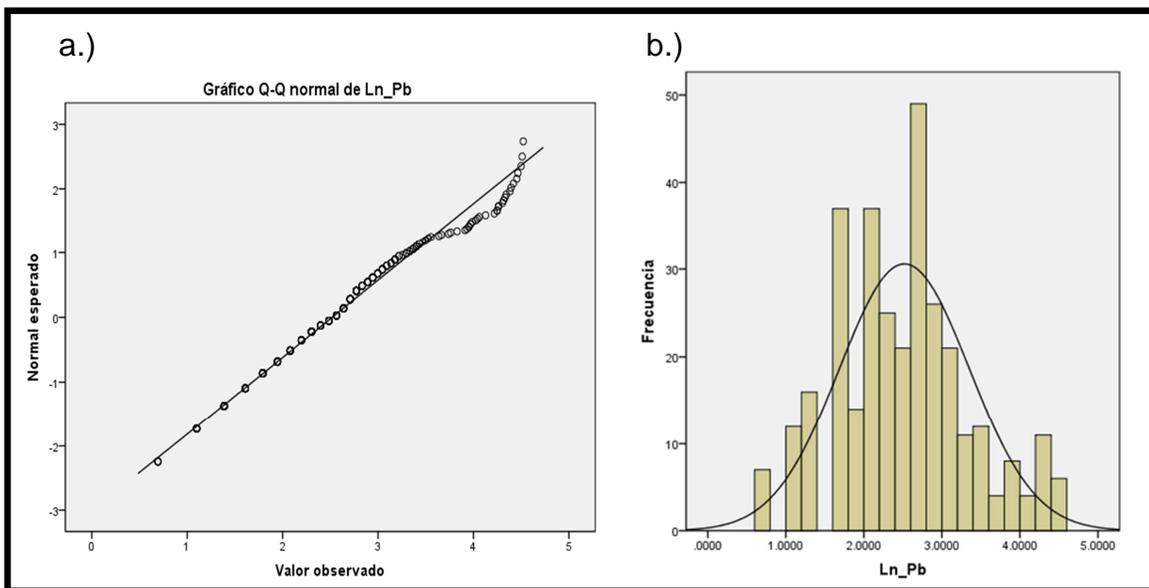
	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,51709	0,8374941	4,1920782	0,6931	6,904751	321	35	356
ppm	12,39		66,1601	2	997			

Fuente: Investigación de campo, 2014

En la figura 26 se puede observar a) gráfico cuantil-cuantil de los datos de concentración de Pb en muestras de roca, luego de ser transformados a escala lognormal. b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos.

FIGURA 26

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Pb EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014.

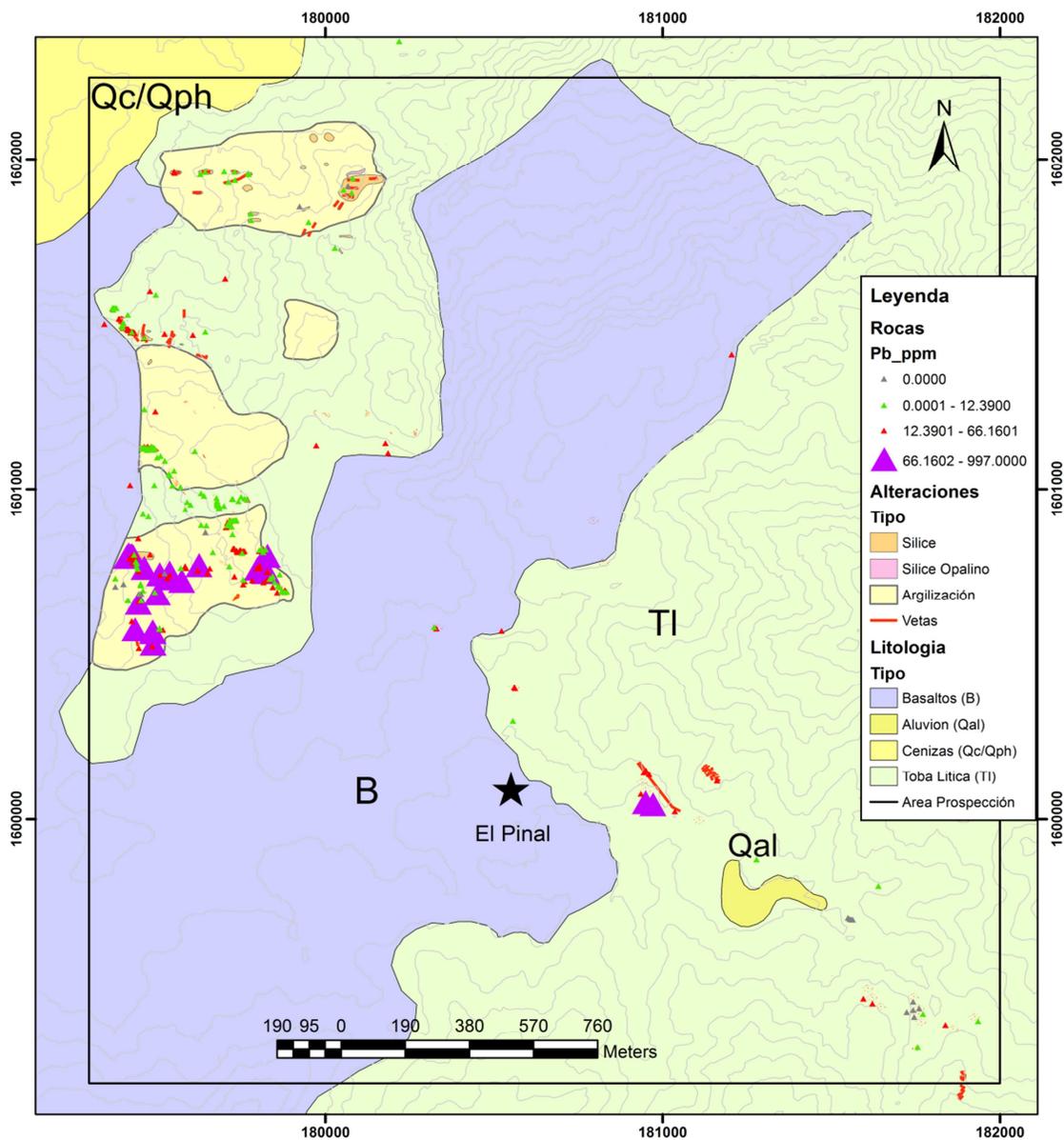
Los rangos de valores observados en la tabla 11 se utilizan en el mapa 13 para que sea más fácil visualizar en donde se encuentran las anomalías.

Las muestras de color gris en el mapa son las que no reportaron concentraciones por encima del valor mínimo de detección, las muestras de color verde son las que tienen valores por debajo del promedio o *background*.

Las muestras de color rojo son las que tienen valores arriba del promedio pero no mayor al umbral, las que se encuentran de color púrpura son las que sobrepasan el valor de umbral y representan a las anomalías geoquímicas.

MAPA 13

ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Pb EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014.

Las muestras de roca con concentraciones anómalas de Pb se encuentran en su mayoría al noroeste de El Pinal como se observa en el mapa 13.

Las muestras que tienen valores por encima del promedio también se alinean en dirección N315°

3.5.4.7 Comportamiento geoquímico de Sb en muestras de roca

Las características geoquímico-estadísticas para la distribución de concentraciones del elemento Sb se observan en la tabla 12, el análisis estadístico indica que el valor promedio en muestras de roca es de 3,2147 ppm.

También se indica que el umbral es de 7,7974 ppm. Las muestras que tengan concentraciones superiores son consideradas como anómalas, para el análisis estadístico fueron descartadas 128 muestras.

TABLA 12
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Sb EN MUESTRAS DE ROCA

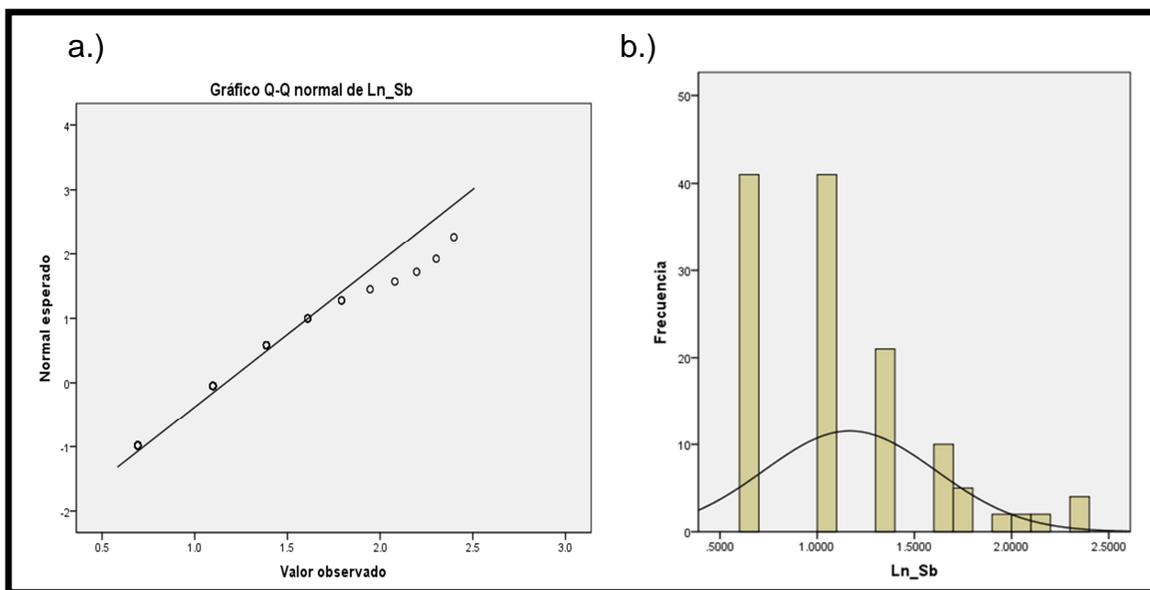
	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1.167733	0.4430321	2.05379	0.6931	2.833213	128	228	356
ppm	3.2147		7.7974	2	17			

Fuente: Investigación de campo, 2014

En la figura 27 se puede observar a) gráfico cuantil-cuantil de los datos de concentración de Sb en muestras de roca, luego de ser transformados a escala lognormal. b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos.

FIGURA 27

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Sb EN MUESTRAS DE ROCA



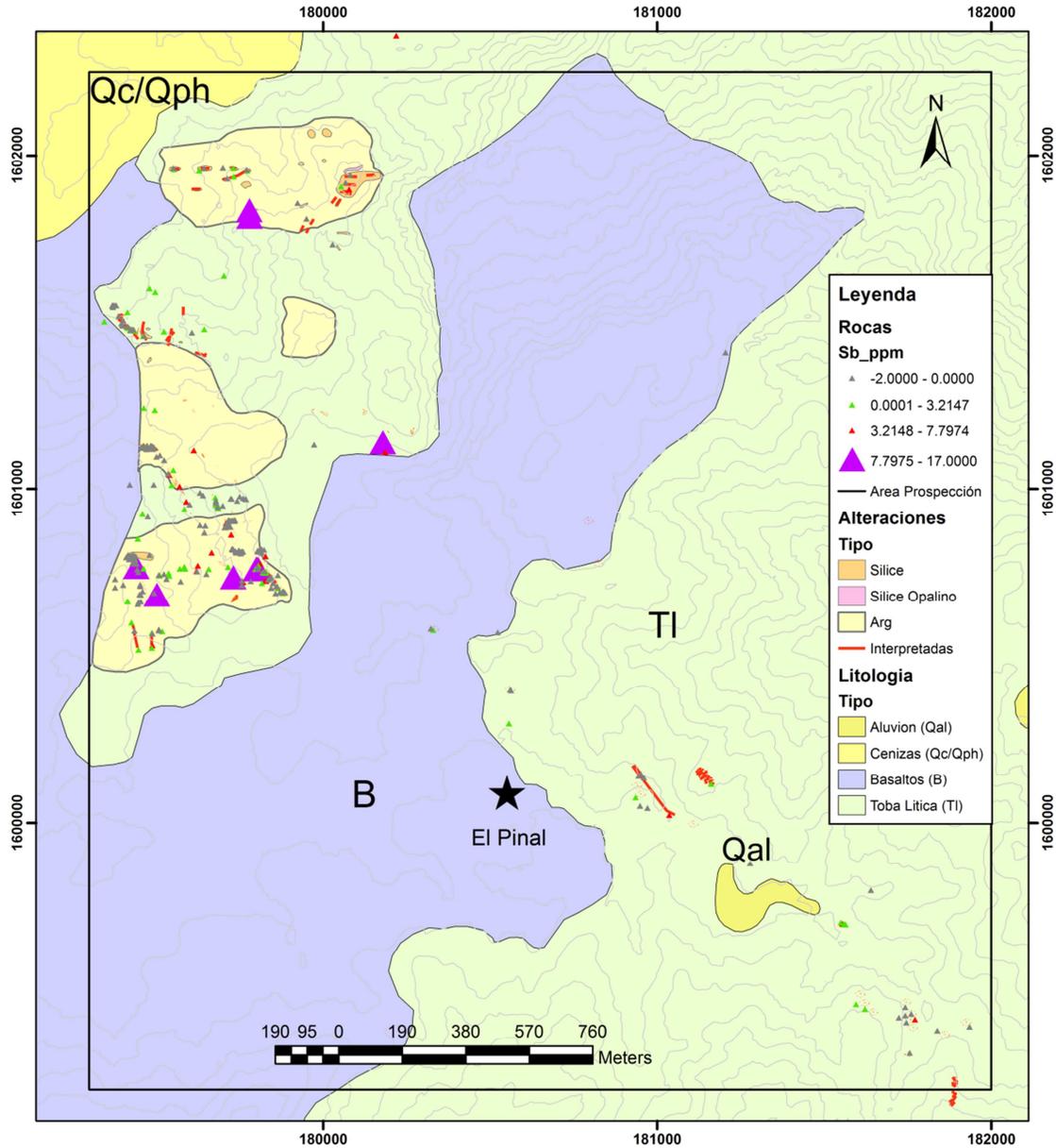
Fuente: Investigación de campo, 2014.

Los rangos de valores observados en la tabla 12 se utilizan en el mapa 14 para que sea más fácil visualizar en donde se encuentran las anomalías, las muestras de color gris en el mapa son las que no reportaron concentraciones por encima del valor mínimo de detección, las muestras de color verde son las que tienen valores por debajo del promedio o *background*.

Las muestras de color rojo son las que tienen valores arriba del promedio pero no mayor al umbral, las que se encuentran de color púrpura son las que sobrepasan el valor de umbral y representan a las anomalías geoquímicas.

MAPA 14

ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Sb EN MUESTRAS DE ROCA



Fuente: Investigación de campo, 2014.

Para Sb se tienen 6 muestras con valores anómalos, tomadas de estructuras orientadas tanto E-W como N315°, ubicadas al norte de El Pinal.

Al sur, se observan algunas muestras con valores por encima del promedio.

A excepción del bismuto, los elementos descritos anteriormente muestran valores por encima del promedio en un patrón de distribución N315°, el cual se extiende desde la esquina sureste del área de muestreo hacia la esquina noroeste.

Las muestras se encuentran distribuidas de esta forma, ya que se tomaron de rocas alteradas y estructuras relacionadas que también se orientan en ese mismo sentido.

La evidencia observada en el campo contrastada con los valores de concentración de los metales analizados, son evidencias de que existió algún sistema hidrotermal activo que produjo fluidos metalogénicos que circularon en un sistema de fracturamiento en la dirección antes indicada de N315°.

3.6 Interpretación estadística básica de la información geoquímica de muestras de suelo

Se tomaron 160 muestras de suelos distribuidas en 8 líneas sobre las principales zonas de alteración ubicadas en el área de estudio, los resultados de las muestras se encuentran en el anexo 3. Seis líneas de muestras fueron tomadas en las alteraciones al norte de la comunidad El Pinal y 2 más fueron ubicadas en zonas con potencial en la parte sur.

Para la elaboración de las líneas se tomaron en cuenta la orientación de las principales estructuras con potencial, el tamaño de las zonas de alteración y la presencia de cobertura.

En las zonas de alteración al norte de El Pinal, la disposición de las líneas es norte-sur, con una distancia entre muestras de 25 m y la separación entre una línea y otra se eligió según los resultados obtenidos en muestras de roca y zonas que se consideraron con mayor potencial.

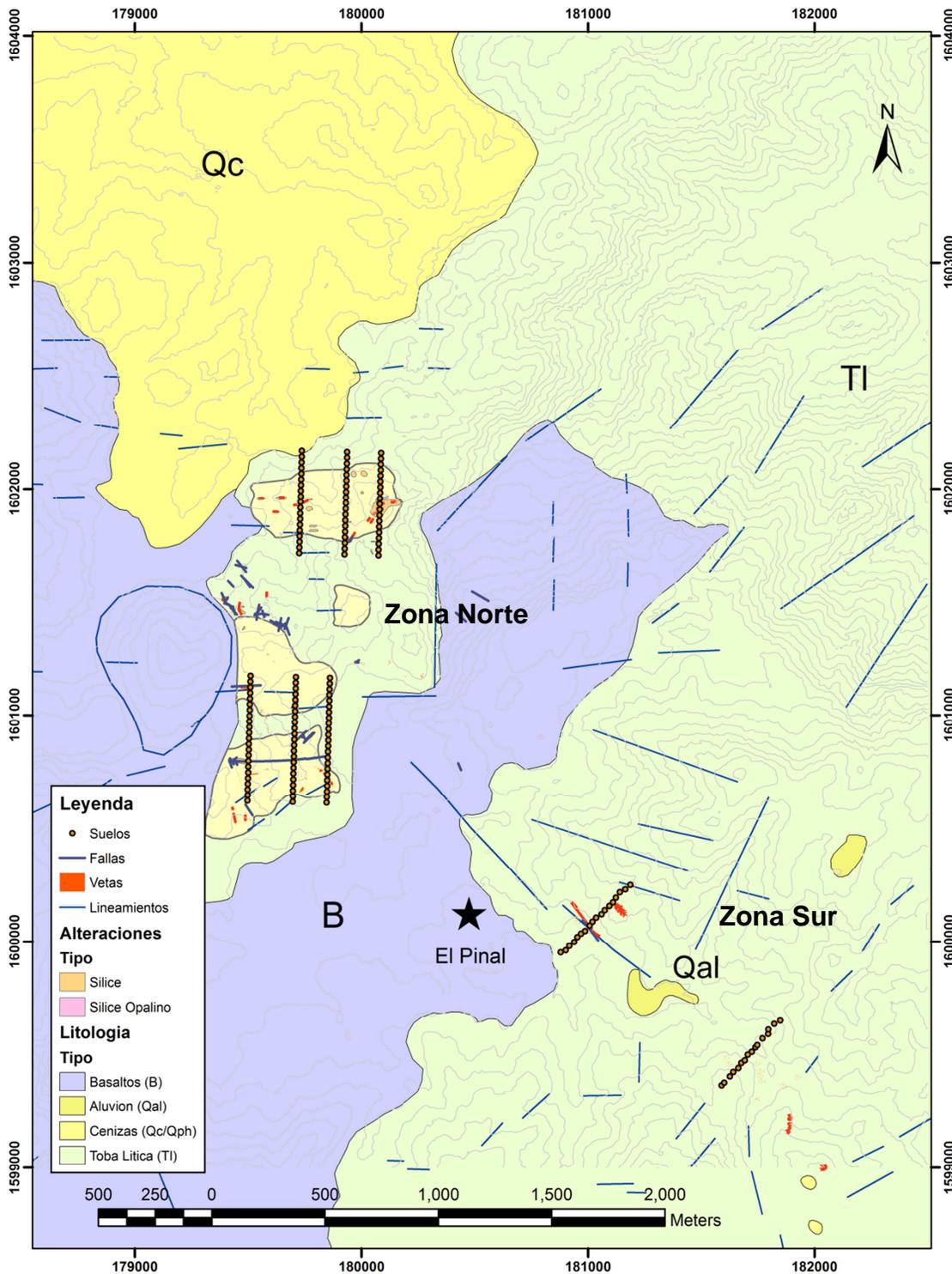
En la zona sur, se colocó una línea sobre una traza de falla con fuerte alteración sílica y presencia de óxidos, y la otra cerca de la ubicación de muestras de roca con anomalías de Au, estas líneas se colocaron con la intención de confirmar si existe alguna evidencia de mineralización sobre la traza de la falla y rodados de cuarzo, los cuales se alinean con un rumbo aproximado de N315°, en dirección a las zonas de alteración al norte.

Las líneas se dispusieron N045°, ya que con este rumbo quedan de forma perpendicular al posible tren de alteración y se abarca una mayor área hacia los lados del mismo. La distancia entre muestra y muestra es también de 25 m. En el mapa 15 se puede observar la distribución de las líneas de suelo para el área de El Pinal.

A continuación se presenta el análisis estadístico básico para los resultados de geoquímica de muestras de suelos, obtenidos del laboratorio.

MAPA 15

UBICACIÓN DE MUESTRAS DE SUELO EN LA ZONA DE EL PINAL



Fuente: Investigación de campo, 2014.

3.6.1 Comportamiento geoquímico-estadístico general en muestras de suelo

Los valores máximo y mínimo, contenido promedio (*background*), desviación estándar y valores de umbral (*Threshold*) para los elementos analizados en muestras de suelo se encuentran en la tabla 13.

TABLA 13
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO PARA MUESTRAS DE SUELO EN LA ZONA DE EL PINAL

Elemento	Max. (ppm)	Min. (ppm)	Media geométrica (Background) en ppm	Desviación estándar (σ)	Media geométrica + 2σ (Umbral) en ppm
Au (ppb)	17	2	2,6768	0,3658	6,9636
Ag	2	0,5	0,1581	0,4300	0,3736
Al	9,23	0,75	2,2237	0,5625	6,8496
As	165	5	22,6328	0,7919	110,2996
Ba	1208	32	124,9443	0,5803	398,8354
Ca	2,38	0,001	0,0427	0,8492	0,2335
Co	39	1	4,2931	0,8907	25,4967
Cu	65	2	12,5160	0,7497	56,0641
Cr	131	1	4,7339	0,6862	18,6746
Fe	7,79	0,01	2,744	0,4562	6,1186
K	0,38	0,04	0,1377	0,4874	0,3650
La	61	3	16,9529	0,5256	48,5096
Mg	0,74	0,019	0,0972	0,7785	0,4610
Mn	2315	7	139,9674	1,3074	1912,7639
Mo	196	1	3,6563	0,8783	21,1821
Na	0,03	0,001	0,0118	0,2952	0,0212
Ni	32	1	2,3852	0,6628	8,9792
P	1204	45	159,0176	0,5288	457,8703
Pb	855	4	14,0322	0,3820	30,1266
Sb	6	2	3,0743	0,3707	6,4522
Sc	34	1	4,7373	0,7761	22,3690
Sr	134	2	9,0322	0,6584	33,7028
Ti	0,51	0,001	0,0605	1,0050	0,4512
V	233	8	54,8974	0,4560	136,6559
Zn	110	11	35,6260	0,5438	105,7157
Zr	186	2	17,7623	1,2126	200,7837

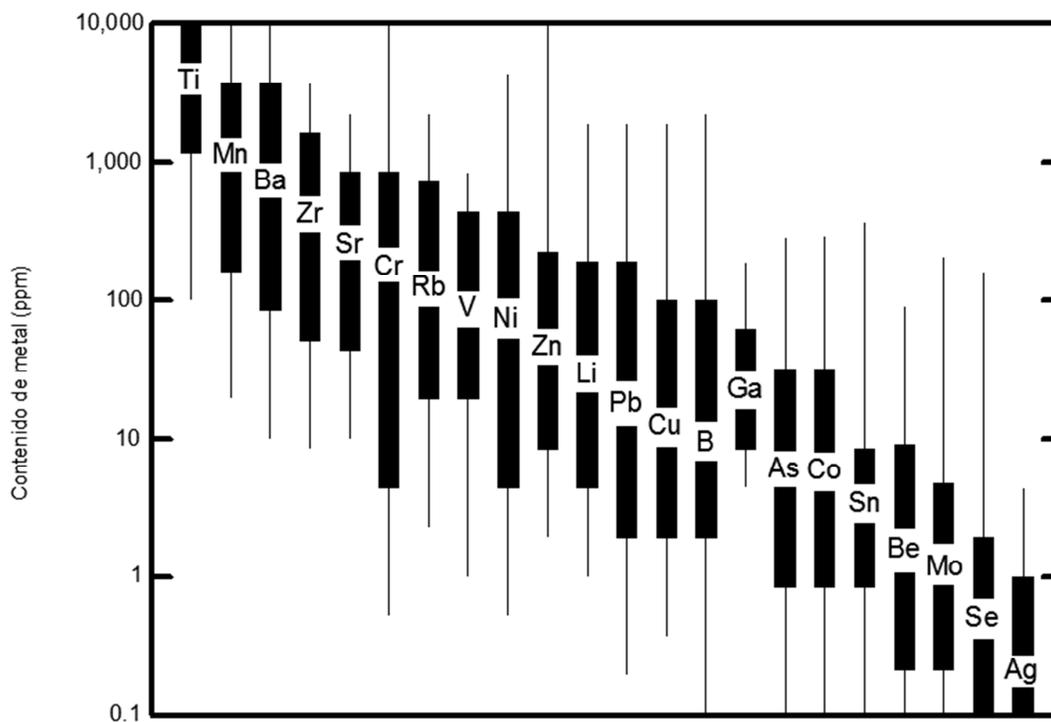
Fuente: Investigación de campo, 2014.

Los valores para los elementos en la tabla 13 se encuentran en ppm, excepto para Au, para este elemento el valor se encuentra en ppb (partes por billón).

La figura 28 muestra los rangos de valores normales o de fondo para metales en suelos normales, comparando estos valores con los de la tabla 13, se puede determinar que los elementos que tienen rangos con límites superiores mayores a los rangos normales son: As, Ag, Mo y Pb, los cuales también tienen anomalías significativas en muestras de roca. El contenido más alto para Au fue de 17 ppb.

FIGURA 28

RANGO DE CONTENIDOS DE ELEMENTOS MENORES SELECCIONADOS EN SUELO NORMAL.



Fuente: Modificado de: *Herbert Hawkes, John Webb.: GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 26.

3.6.2 Coeficiente de correlación

Los coeficientes de correlación de las muestras de suelo analizadas se muestran en la tabla 14, los grupos que tienen un alto coeficiente de correlación, por sobre 0,5 son los siguientes:

La matriz de correlación determina que para el elemento Aluminio, los elementos que tienen mayor relación son: Ba, Cu, Fe, Ni, Sc, Ti y Zr.

Para Ba, Ni Ti y Zr presentan mayor relación. Calcio tiene fuerte relación únicamente con P. Para Co la relación es con Fe, Cu, Mn, Sc, Ti, V y Zr.

Cr presenta fuerte relación con Fe, Ni y V.

Cu se agrupa con Fe, Ni, Sc, Ti, V y Zr. Para Hierro la relación es con los elementos Ni, Sc, Ti, V y Zr.

Mg tiene relación con Sc y Zn.

Ni se agrupa con Sc, Ti, V y Zr. Sc tiene altos coeficientes de correlación con Ti, V y Zr. Ti se agrupa únicamente con V y Zr. Para V la única relación es con Zr.

TABLA 14
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN PARA CONTENIDO DE ELEMENTOS EN MUESTRAS DE SUELO

	Au	Ag	Al	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Sc	Sr	Ti	V	Zn	Zr
Au	1																									
Ag	-0,006	1																								
Al	0,073	-0,038	1																							
As	0,012	0,078	-0,132	1																						
Ba	-0,051	0,249	0,576	-0,215	1																					
Ca	-0,053	-0,030	-0,080	-0,094	-0,006	1																				
Co	0,029	-0,080	0,483	-0,263	0,416	0,009	1																			
Cr	0,053	-0,054	0,379	-0,158	0,245	-0,045	0,298	1																		
Cu	0,071	-0,025	0,897	-0,140	0,573	-0,107	0,534	0,493	1																	
Fe	0,033	-0,071	0,852	-0,074	0,582	-0,036	0,646	0,549	0,850	1																
K	-0,082	-0,127	-0,160	-0,204	0,017	0,135	-0,086	-0,124	-0,243	-0,111	1															
La	0,038	0,045	-0,232	0,256	-0,099	0,085	-0,175	-0,114	-0,217	-0,227	0,250	1														
Mg	-0,112	0,002	-0,130	0,011	0,061	0,477	0,108	-0,091	-0,274	0,051	0,409	0,143	1													
Mn	-0,005	-0,061	0,069	-0,257	0,317	0,199	0,667	0,100	0,171	0,287	0,121	0,000	0,331	1												
Mo	0,201	0,095	-0,017	0,434	-0,151	-0,046	-0,137	-0,034	0,031	0,029	-0,232	0,075	-0,170	-0,128	1											
Na	0,094	0,270	0,187	0,194	0,086	-0,021	0,089	0,009	0,230	0,068	-0,419	0,278	-0,138	0,205	0,154	1										
Ni	0,022	-0,031	0,681	-0,250	0,546	-0,064	0,467	0,887	0,761	0,760	-0,161	-0,211	-0,102	0,202	-0,105	0,107	1									
P	0,045	0,008	-0,002	0,015	-0,005	0,712	0,090	0,092	0,012	0,054	-0,039	0,299	0,416	0,283	0,010	0,330	0,081	1								
Pb	0,004	0,114	0,185	-0,027	-0,021	-0,037	-0,026	0,028	0,209	0,063	-0,079	-0,022	-0,148	-0,109	0,052	0,185	0,065	0,004	1							
Sb	0,088	0,232	-0,017	0,337	-0,063	-0,036	-0,093	-0,041	0,018	-0,043	-0,261	0,078	-0,141	-0,064	0,362	0,276	-0,077	0,093	0,124	1						
Sc	0,145	-0,034	0,876	-0,136	0,563	-0,091	0,540	0,664	0,859	0,876	-0,225	-0,211	-0,151	0,127	0,045	0,143	0,833	0,004	0,085	0,023	1					
Sr	-0,098	0,054	-0,102	0,065	0,223	0,436	0,088	-0,036	-0,114	0,011	0,131	0,155	0,526	0,292	-0,141	0,137	-0,006	0,410	-0,104	-0,098	-0,114	1				
Ti	0,053	-0,067	0,807	-0,266	0,673	-0,082	0,730	0,488	0,852	0,883	-0,233	-0,298	-0,124	0,340	-0,099	0,129	0,763	-0,026	0,020	-0,056	0,831	-0,034	1			
V	0,060	-0,073	0,792	-0,220	0,486	-0,110	0,713	0,575	0,853	0,905	-0,309	-0,323	-0,181	0,307	-0,016	0,139	0,769	-0,005	0,081	-0,014	0,844	-0,083	0,928	1		
Zn	-0,104	0,178	0,121	-0,121	0,380	0,207	0,363	0,119	0,068	0,311	0,477	0,161	0,715	0,478	-0,250	-0,014	0,196	0,253	-0,122	-0,101	0,112	0,419	0,220	0,137	1	
Zr	0,056	-0,036	0,924	-0,165	0,675	-0,109	0,552	0,354	0,878	0,851	-0,229	-0,297	-0,192	0,091	-0,021	0,124	0,661	-0,089	0,082	-0,035	0,865	-0,115	0,902	0,830	0,080	1

Fuente: Investigación de campo, 2014.

3.6.3 Distribución de los elementos y zonas anómalas

Las muestras que reportan valores por encima del umbral indicado en la tabla 13 para los diferentes elementos analizados en las muestras de suelo de El Pinal se distribuyen en las 2 zonas que se observan en el mapa 15 de la siguiente manera:

La zona norte reporta valores para As de hasta 165 ppm, esta ubicación reporta la mayoría de valores anómalos para este elemento. El contenido más alto para Ca también se encuentra en esta zona con hasta 2,38 ppm. También se ubican en ese sector dos muestras que reportan 0,3 ppm en contenido de K, el valor más elevado para este elemento en el área de El Pinal.

En esta zona también se encuentran las muestras que reportan los contenidos más elevados para Sr y Zn con 134 ppm y 99 ppm respectivamente.

También en esta ubicación se encuentran los contenidos más elevados para Au con 17 ppb, Ag con 2 ppm, y Co con un máximo de 32 ppm. Para Fe los valores anómalos en esa zona alcanzan los 24 ppm y se encuentran en la misma muestra que tiene la anomalía para Co. Otros elementos que se traslapan también en esta zona de muestreo son La con 25 ppm, Mo con 196 ppm, Na con 0,2 ppm, Pb con un máximo de 855 ppm y Sb con 165 ppm.

Los elementos que tienen concentraciones anómalos en muestras de la zona sur son: Au, Al, Ba, Co, Cr; Cu, Fe, K, Ni, Sc, Ti, Zn y Zr, para los cuales los valores máximos en esta locación son: 9 ppb, 8,2 ppm, 1 208 ppm, 33 ppm, 131 ppm, 52 ppm, 7,79 ppm, 0,33 ppm, 32 ppm, 34 ppm, 0,4 ppm, 73 ppm y 186 ppm, respectivamente.

A continuación se presentan mapas de interpolación para los valores de concentración de los elementos As, Ag, Mo y Pb, los cuales, según el análisis estadístico, tienen anomalías significativas en la zona de El Pinal.

El método seleccionado para la interpolación de valores en los mapas es el de *kriging* o *krigeaje*, el cual es un método geostadístico para la estimación de puntos.

3.6.3.1 Comportamiento geoquímico de As en muestras de suelo

En la tabla 15 se observa que el valor de fondo para As en muestras de suelo se fija en 22,63 ppm según el análisis estadístico. También se tiene que el valor de umbral es de 110,29 ppm, por tanto, las zonas que presenten valores superiores serán contorneadas como zonas anómalas.

Para el análisis estadístico se descartaron 21 muestras entre altos erráticos y las que tienen concentraciones por debajo del límite de detección.

TABLA 15

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO-GEOQUÍMICO DEL As EN MUESTRAS DE SUELO

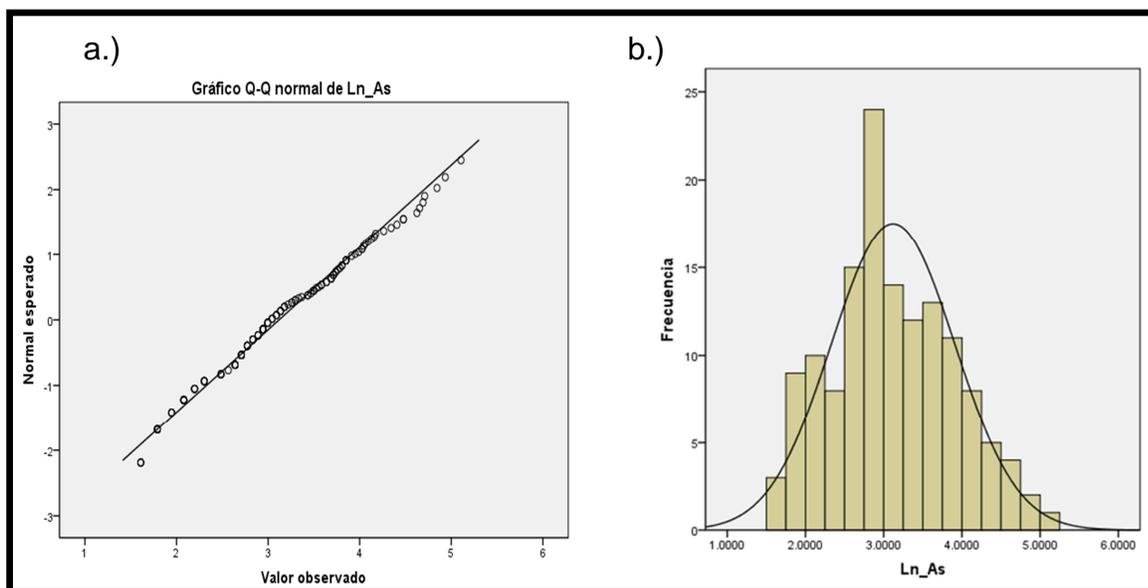
	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	3,1194	0,7919	4,7032	1,6094	5,1059	139	21	160
ppm	22,6328		110,2996	5	165			

Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la figura 29 se puede observar a) gráfico cuantil-cuantil de los datos de concentración de As en muestras de suelo, luego de ser transformados a escala lognormal. b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos.

FIGURA 29

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA As EN MUESTRAS DE SUELO



Fuente: Investigación de campo, 2014.

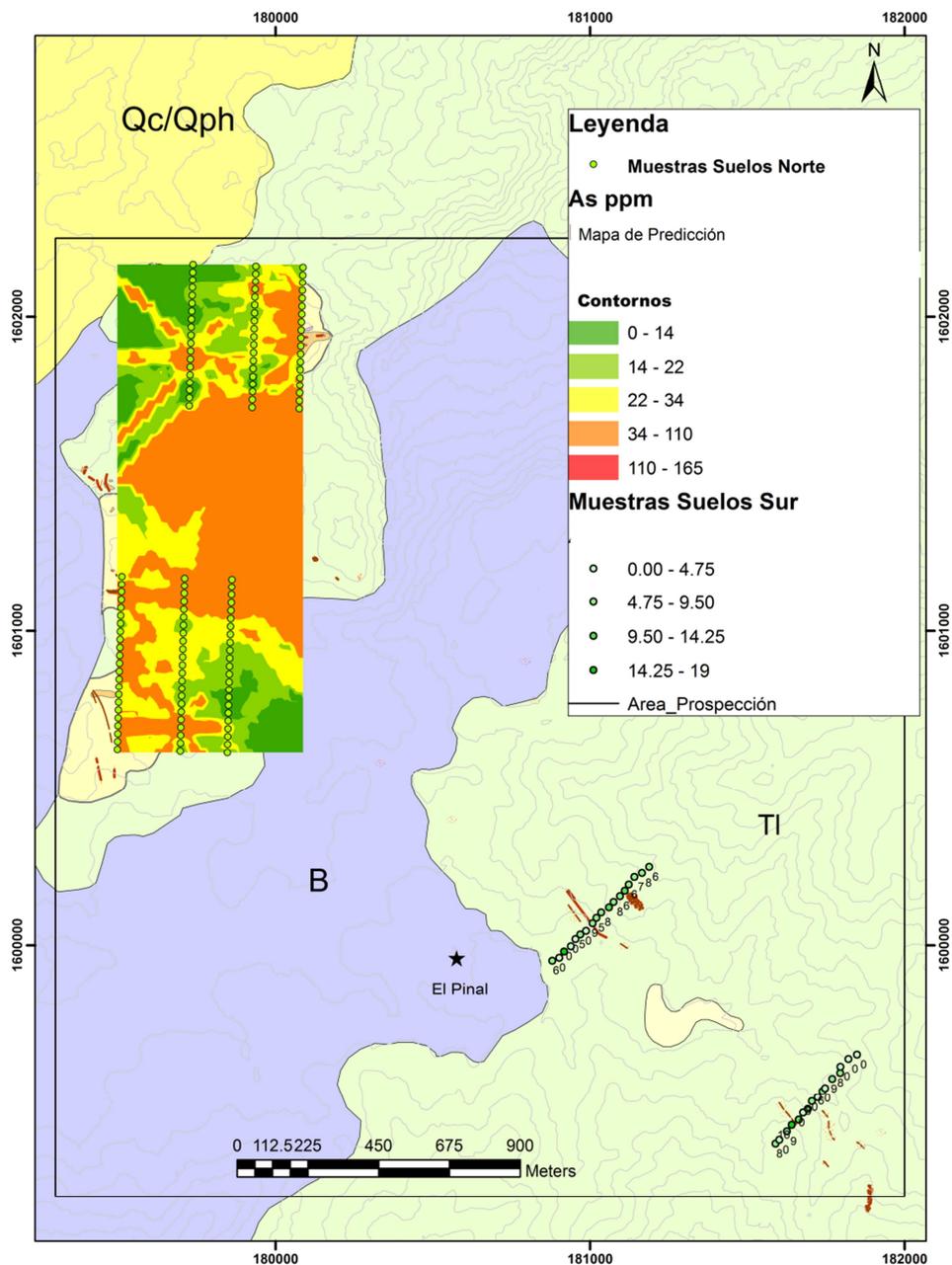
Los gráficos de la figura 29 confirman que el conjunto de datos de valores de concentración de arsénico siguen una distribución lognormal, los puntos en el gráfico cuantil-cuantil representan valores de concentración de arsénico convertidos a escala logarítmica y se alinean sobre la recta que representa a una distribución normal idealizada.

Asimismo en el histograma de frecuencia de los datos, también convertidos a escala logarítmica, se puede observar que el gráfico de la función de densidad de la distribución es simétrico, esto indica que la media, moda y mediana son iguales o muy similares, una de las características principales de una distribución normal. Los criterios anteriormente descritos se utilizaron para todos los elementos analizados.

Los rangos de valores observados en la tabla 15 para concentraciones de fondo y umbral se presentan en el mapa 16 para una mejor visualización de su distribución espacial.

MAPA 16

INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE As EN MUESTRAS DE SUELO



Fuente: Investigación de campo, 2014.

El *software* crea contornos relacionando los valores de concentración del elemento en las muestras mediante el *krigeaje*.

Cada contorno representa un rango de concentraciones al cual se le asigna un color, dentro de estos rangos se encuentran contenidos los valores de la tabla 15.

Para las muestras obtenidas en las líneas de suelos ubicadas al sureste de El Pinal, únicamente se presentan los valores de concentración del elemento de interés en ppm, asignando la misma escala de colores utilizada en los contornos de interpolación, ya que la distancia entre ambas líneas es demasiado grande para hacer una correlación objetiva.

Según se puede apreciar en el mapa 16, los valores por encima del promedio corresponden al contorno amarillo y naranja, ubicados en su mayoría en las muestras al norte, el valor más elevado en las muestras al sureste es de 19 ppm, por lo que se concluye que no existen anomalías de arsénico en esta zona.

3.6.3.2 Comportamiento geoquímico de Ag en muestras de suelo

El contenido promedio de Ag o valor de fondo en muestras de suelo para la zona de El Pinal es de 0,1581 ppm, mientras que el valor de umbral se encuentra en 0,3736 ppm para este elemento únicamente 58 muestras presentan valores por encima del límite de detección, 102 muestras fueron descartadas del análisis estadístico. El resumen se observa en la tabla 16.

TABLA 16
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DE Ag EN MUESTRAS DE SUELO

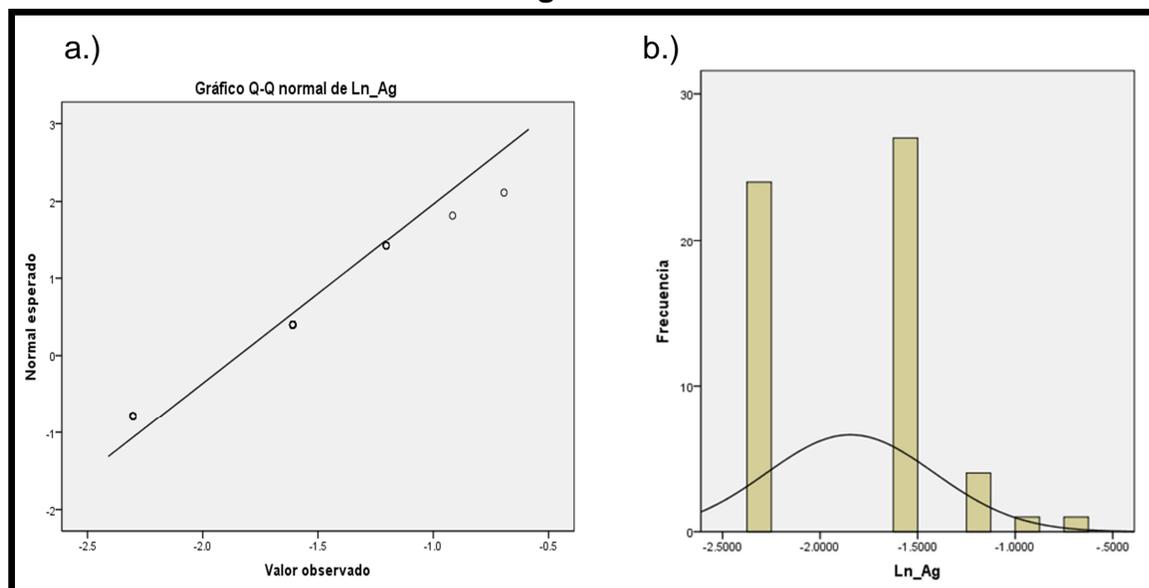
	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-1,8446	0,4300	-0,9845	-0,6931	0,6931	58	102	160
ppm	0,1581		0,3736	1	2			

Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la figura 30 se puede observar a) gráfico cuantil-cuantil de los datos de concentración de Ag en muestras de suelo, luego de ser transformados a escala lognormal. b) es el histograma de acumulación de frecuencia de la población de datos.

FIGURA 30

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ag EN MUESTRAS DE SUELO



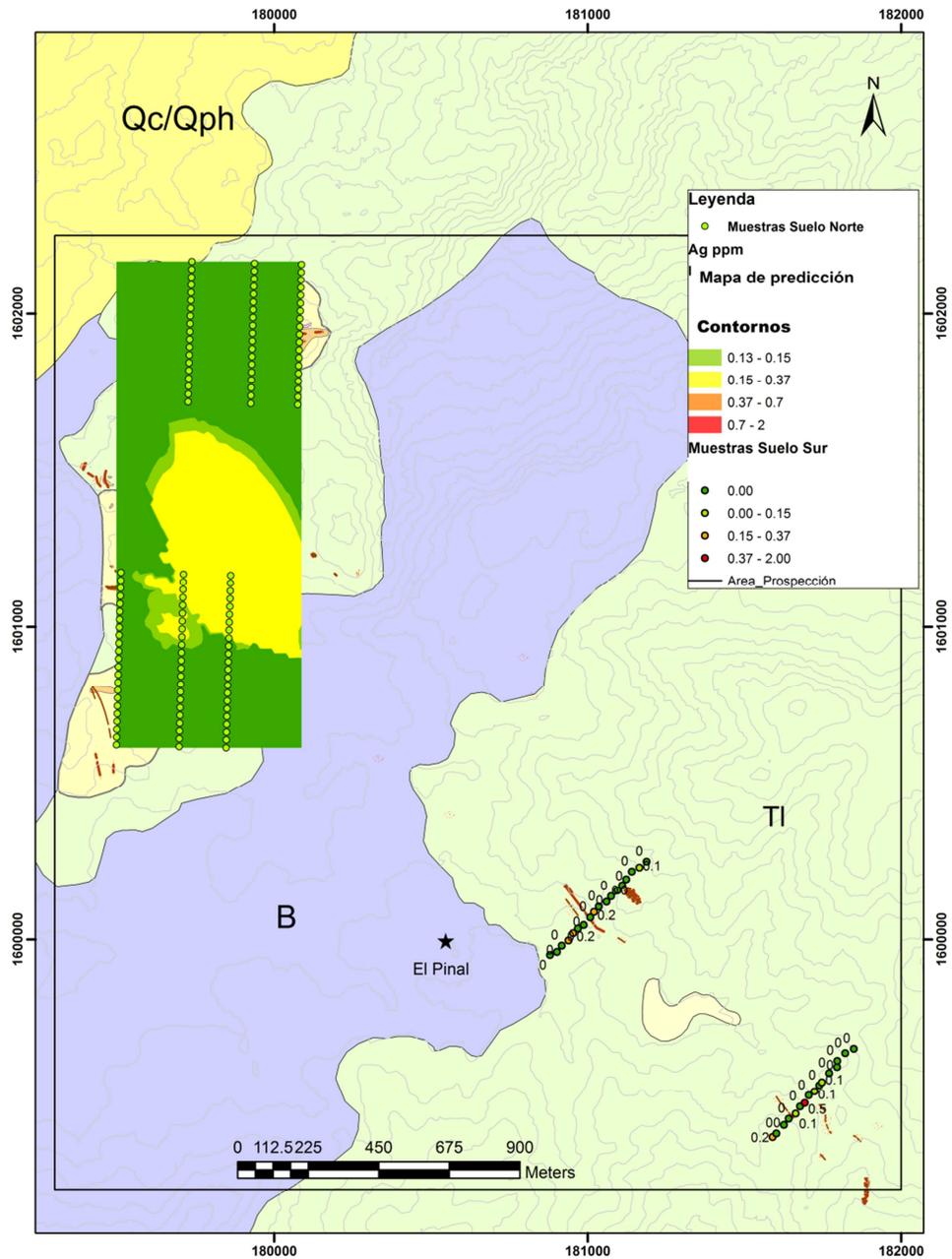
Fuente: Investigación de Campo, 2014.

Como se observa en el histograma del gráfico b.), la función de densidad de probabilidad presenta sesgo positivo. Esto debido a que existen datos que tienen una frecuencia considerable hacia la izquierda de la distribución, y tienden a comportarse como una población de datos diferente.

Los rangos de valores que se muestran en la tabla 16 de valor de fondo y de umbral, se utilizan en el mapa 17 para resaltar las zonas de interés.

MAPA 17

INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE Ag EN MUESTRAS DE SUELO



Fuente: Investigación de campo, 2014.

Según el mapa 17, los valores por sobre el promedio se encuentran ubicados en las muestras de suelo en la parte norte, la parte sur se puede observar que el valor más elevado es de 0,5 ppm, siendo esta la única anomalía para ese sector.

3.6.3.3 Comportamiento geoquímico de Mo en muestras de suelo

El valor promedio de concentración de Mo en muestras de suelo es relativamente bajo comparado con otros elementos con 3,65 ppm, sin embargo existen muestras que reportan valores anómalos de hasta 196 ppm como máximo, el valor de umbral obtenido del análisis estadístico es de 21,18 ppm, estos valores se encuentran en la tabla 17.

TABLA 17
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICOS DEL Mo EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,296438	0,8783595	3,0532	0	5,2781	128	32	160
ppm	3,6563		21,1821	1	196			

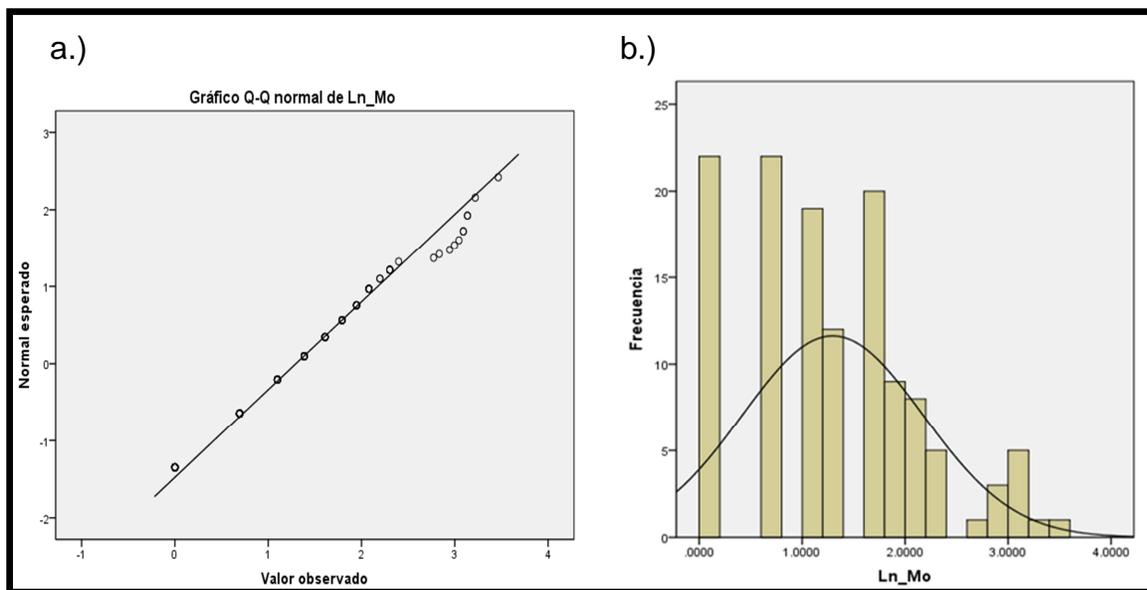
Fuente: Investigación de campo, 2014.

En la figura 31 se puede observar el comportamiento estadístico de la población de datos de concentración de molibdeno en las muestras de suelo analizadas.

Nótese que la distribución posee un leve sesgo positivo, provocado por la alta frecuencia que tienen los valores de concentración cercanos a cero en las muestras.

FIGURA 31

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Mo EN MUESTRAS DE SUELO



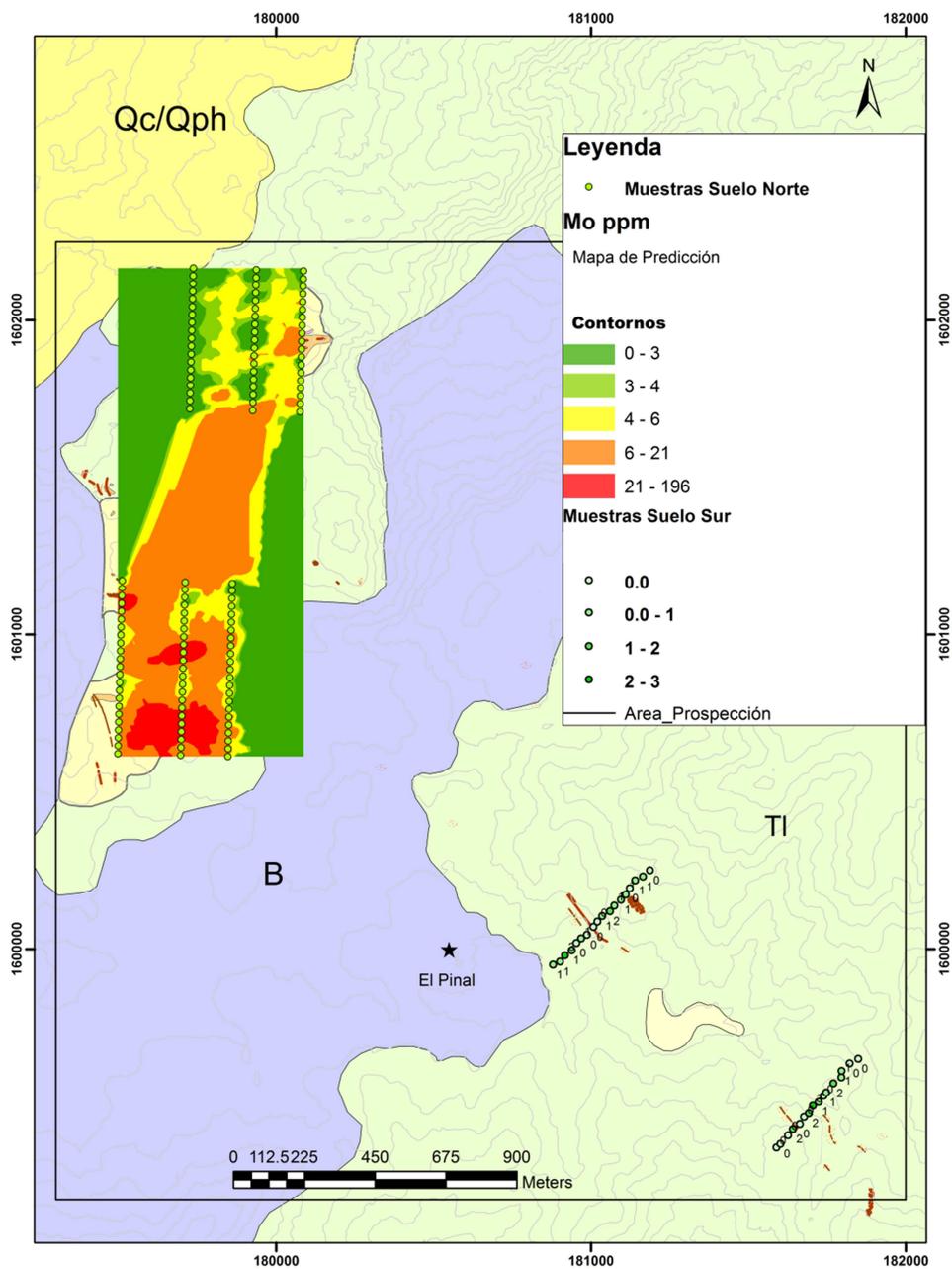
FUENTE: Investigación de campo, 2014.

El mapa 18 muestra contornos de interpolación para valores de concentración de Mo en muestras de suelo, en las muestras de suelo al norte de El Pinal se pueden apreciar los valores por encima del promedio, los cuales se encuentran en color amarillo, valores superiores se encuentran en tonalidades naranja, y los valores anómalos, por encima de 21,18 ppm, se encuentran enmarcados en el contorno rojo.

Para las muestras de suelo al sur de El Pinal, no existe ningún valor por encima del promedio. Los valores de la tabla 17 se utilizan en el mapa 18 para resaltar las zonas de interés.

MAPA 18

INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE Mo EN MUESTRAS DE SUELO



Fuente: Investigación de campo, 2014.

3.6.3.4 Comportamiento geoquímico de Pb en muestras de suelo

Pb es uno de los elementos con los valores anómalos más altos en muestras de suelo en la zona de El Pinal, con un máximo de 855 ppm y un promedio de 14,03 ppm, como se observa en la tabla 17. El valor de umbral es de 30,12 ppm según el análisis estadístico, para el cual, únicamente se descartaron 17 muestras lo que indica que este elemento está ampliamente disperso en el área. La tabla 18 resume la información geoquímico-estadística.

TABLA 18
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Pb EN MUESTRAS DE SUELO

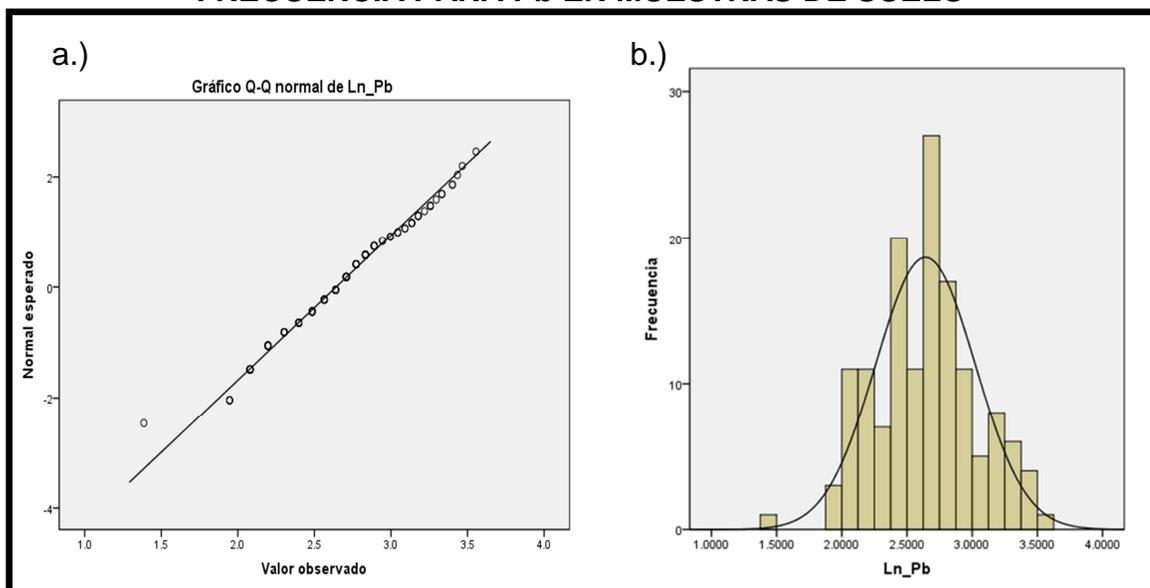
	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,6414	0,3820	3,4054	1,3863	6,7511	143	17	160
ppm	14,0322		30,1266	4	855			

Fuente: Investigación de campo, 2014.

La figura 32 muestra el diagrama cuantil-cuantil y el histograma de frecuencia para la población de datos de concentraciones de Pb. Nótese que la población tiene una distribución normal.

FIGURA 32

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Pb EN MUESTRAS DE SUELO



Fuente: Investigación de campo, 2014.

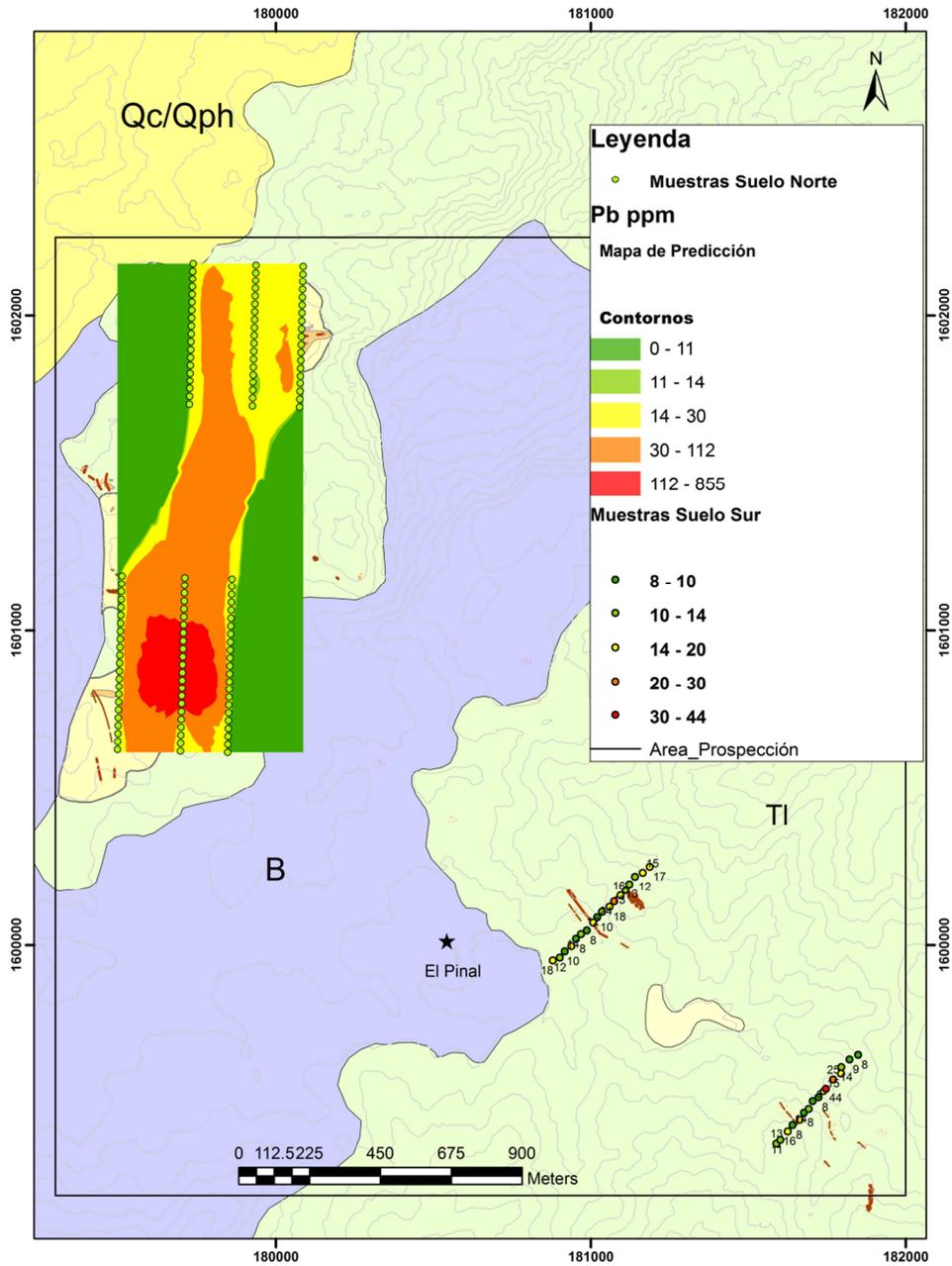
Los rangos de valores obtenidos en el análisis estadístico para valor de fondo y umbral se utilizan en el mapa 19 para resaltar las zonas de interpolación que tienen valores por encima del promedio y las que tienen valores anómalos.

El contorno amarillo indica concentraciones por encima del valor de fondo, el cual como se puede observar, abarca casi toda el área de influencia de las muestras que se encuentran al norte de El Pinal. Las anomalías más fuertes por sobre 112 ppm se encuentran enmarcadas en el contorno rojo.

Para la zona al sur, el único valor anómalo es de 44 ppm, lo que indica una leve presencia de este elemento en ese sector.

MAPA 19

INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE Pb EN MUESTRAS DE SUELO



Fuente: Investigación de campo, 2014.

3.7 Asociación de los elementos

Herberth Hawkes y John Webb (1972) indican que ciertos elementos tienden a aparecer de forma conjunta bajo ciertas condiciones, esto lo explican de la siguiente manera:

Algunos elementos retienen asociaciones características a través de un amplio rango de condiciones geológicas diferentes. Algunos elementos que comúnmente viajan juntos durante el metamorfismo y la actividad ígnea pueden también encontrarse juntos durante el ciclo de intemperismo y sedimentación. Algunos otros son característicos de rocas plutónicas muy específicas y sus depósitos minerales de óxidos, otros de mineralización de sulfuros o de ciertos tipos de depósitos sedimentarios.³²

También indican que la presencia de algún miembro de alguna asociación va a sugerir la presencia probable de los otros miembros, que por alguna razón, pueden ser difíciles de detectar. Algunas de las asociaciones geoquímicas más importantes para los elementos se listan en la tabla 19.

³²Herbert Hawkes, John Webb.: *GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 20.

TABLA 19
ALGUNAS ASOCIACIONES COMUNES DE ELEMENTOS

Grupo	Asociación
Elementos generalmente asociados	K-Rb Ca-Sr Al-Ga Si-Ge Zr-Hf Nb-Ta Tierras raras Pt-Ru-Rh-Pd-Os-Ir
Rocas plutónicas Asociación general (elementos litófilos)	Si-Al-Fe-Mg-Ca-Na-K-Ti-Mn-Zr-Hf-Th-U-B-Be-Li-Sr- Ba-P-V-Cr-Sn-Ga-Nb-Ta-W-halógenos-tierras raras
Asociaciones específicas Rocas ígneas félsicas Rocas ígneas alcalinas Rocas ígneas máficas Rocas ultramáficas Algunos diferenciados pegmatíticos Algunos depósitos de metamorfismo de contacto Feldespatos potásicos Muchos otros minerales potásicos Minerales ferromagnesianos	Si-K-Na Al-Na-Zr-Ti-Nb-Ta-F-P- tierras raras Fe-Mg-Ti Mg-Fe-Cr-Ni-Co Li-Be-B Mo-W-Sn K-Ba-Pb K-Na-Rb-Cs-Tl Fe-Mg-Mn-Cu-Zn-Co-Ni
Minerales de Sulfuros Asociación general (elementos calcófilos)	S-Cu-Zn-Pb-Fe-Ag-Au-Hg-Cd-In-Se-Te-As-Sb-Bi-Ni- Co-Mo-metales de platino
Asociaciones específicas Reemplazamiento de caliza Complejo de metales base Metales preciosos simples Complejo de metales preciosos Mineralización asociada a rocas ígneas máficas Pórfido cúprico Depósitos de fumarolas	Zn-Pb-Ba-F-Sr Fe-Zn-Pb-Ag-Cu-Se-Sb-Bi Ag-Au-As Ag-Au-As-Sb-Zn-Cu-Pb-Hg Fe-Ni-Co-Pt Fe-Cu-Mo-Re Hg-Sb-As-Se
Rocas sedimentarias Óxidos de hierro Óxidos de manganeso Fosforita Arenas negras	Fe-As-Co-Ni-Se Mn-As-Ba-Co-Mo-Ni-V-Zn P-Ag-Mo-Pb-F-U Al-Ag-As-Au-Bi-Cd-Mo-Ni-Pb-Sb-V-Zn

Fuente Extraído de: *Herbert Hawkes, John Webb.: GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 19.

En el área de estudio, una de las asociaciones de elementos más importantes, según la tabla 19, es la de complejo de metales preciosos, ya que a excepción del mercurio (Hg), que no presenta valores en ninguna muestra, los demás metales (Ag-Au-As-Sb-Zn-Cu-Pb) de ese grupo, a excepción del cobre y cinc, presentan anomalías geoquímicas significativas.

En la tabla 20 se listan los contenidos de los elementos anteriormente descritos en las muestras de roca que reportan las concentraciones más elevadas de metales preciosos en el área (Au y Ag). A excepción de GE-05940 y TG001545, todas las muestras fueron colectadas en las zonas al noroeste de la comunidad El Pinal

TABLA 20
COMPARACIÓN DE CONTENIDO DE METALES EN MUESTRAS DE ROCA

Muestra No	Ag ppm	Au ppm	As ppm	Sb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	Hg ppm
GE-05940	14,2	1,508	25	4	8	5	0	-3
TG-001545	17,9	1,955	10	4	4	18	8	-3
TG-001546	11,3	0,151	5	0	6	2	0	-3
TG-005365	79,1	0,038	15	6	19	96	183	-3
TG-005378	5,1	0,023	43	0	11	7	207	-3
TG-010608	1 133,2	0,854	7	3	33	12	26	-3
TG-005443	5,7	0,01	14	3	7	7	70	-3
TG-005498	5	0,401	418	3	7	9	31	-3
TG-010610	5,1	0	107	0	7	13	105	-3
TG-010611	6,4	0,01	46	0	14	20	997	-3
TG-010618	4,9	0	17	0	3	4	3	-3
TG-010626	5,6	0	9	0	6	4	38	-3

Fuente: investigación de campo, 2014.

Es interesante observar que en la mayoría de muestras, la agrupación de elementos indicada en la tabla 19 para complejo de metales preciosos, poseen notables concentraciones de esos metales. En algunas de estas muestras los elementos Sb y Pb tienen asignado un valor nulo, aunque en realidad eso refleja que las concentraciones podrían estar debajo del límite de detección de la prueba.

Los valores más elevados en las muestras indican un subgrupo dentro de la tabla 20, los elementos Ag-Au-As que también son representativos de depósitos de metales preciosos simples.

La tabla 21 contiene los resultados de las muestras de suelo con las concentraciones más altas de metales preciosos (Ag y Au) al

igual que en muestras de roca, se puede observar una asociación de complejo de metales preciosos, según la tabla 19.

TABLA 21

COMPARACIÓN DE CONTENIDO DE METALES EN MUESTRAS DE SUELO

Muestra No.	Ag ppm	Au ppb	As ppm	Sb ppm	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm	Hg ppm
TG-013042	0,1	17	0,01	0	10	69	17	-3
TG-003609	0,2	4	19,01	0	28	23	22	-3
TG-003627	0,4	<2	40,01	0	19	32	24	-3
TG-003655	0,3	3	28,01	0	19	19	26	-3
TG-003663	0,3	5	33,01	2	22	21	474	-3
TG-003675	0,2	4	19,01	4	22	24	598	-3
TG-003685	0,3	8	165,01	4	24	15	14	-3
TG-003687	<0,1	17	16,01	0	29	35	27	-3
TG-003705	<0,1	12	12,01	4	33	61	26	-3
TG-003731	2	<2	35,01	5	6	110	23	-3
TG-003821	0,5	10	12,01	0	9	30	14	-3
TG-003856	<0,1	9	10,01	0	27	31	18	-3

Fuente: Investigación de campo, 2014.

De los elementos listados en la tabla 21 únicamente Ag, As, y Pb tienen anomalías geoquímicas significativas presentes en el área de estudio, al igual que el elemento Mo. La zona de muestreo al noroeste de la comunidad El Pinal es el área en la cual se encuentran las concentraciones más altas de estos elementos, según el análisis estadístico realizado y los mapas de interpolación.

3.7.1 Elementos indicadores

En la exploración de minerales, la asociación de los elementos ha llevado al concepto de *elementos indicadores*, Hawkes y Webb dan la siguiente definición de elementos indicadores:

Los indicadores o *pathfinders* son elementos o gases que poseen una relativa alta movilidad y se presentan asociados a

algún mineral que sea de interés. Pueden ser usados como guías en la búsqueda de depósitos minerales enterrados, donde los principales metales de la mineralización no pueden ser ubicados o trazados fácilmente. Los elementos indicadores tienen aplicación en todas las fases de la prospección geoquímica.³³

Pueden ser constituyentes mayores así como menores en el material muestreado y pueden ocurrir en minerales de ganga y de mena, el criterio esencial es que tienen que tener una distribución característica con respecto a la mineralización.³⁴

En la tabla 22 se encuentran los elementos indicadores más ampliamente utilizados en las labores de exploración geoquímica.

TABLA 22
ELEMENTOS INDICADORES

Indicador	Material a muestrear	Tipo de mineralización
As	Roca caja, suelo residual, sedimentos	Oro en filón tipo veta
Hg	Roca caja y suelo	Mineral en complejo Pb-Zn-Ag
Se	Gossan, suelo residual	Sulfuros epigenéticos
Ag	Suelo residual	Mineral de Au con asociación de Ag
Mo	Agua, Sedimentos, Suelo	Depósitos de pórfido cúprico
SO ₄	Agua	Depósitos de sulfuros

Fuente: Extraído de *Herbert Hawkes, John Webb.: GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 20.

De los elementos que se listan en la tabla 21, en la zona de El Pinal As, Ag y Mo son los únicos que se presentan en una distribución similar a la que tienen otros elementos de interés como Au, Pb, y Cu.

³³Herbert Hawkes, John Webb.: *GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION* (Nueva York: Harper & Row, 1962), 20

³⁴Ibíd.

Los valores más elevados en muestras de roca serían para As con 3 067 ppm y Ag con 1 133,2 ppm, mientras que Mo tiene un máximo de 260 ppm.

En muestras de suelo los valores máximos de estos elementos son 165 ppm para As, 2 ppm para Ag y 196 ppm para Mo.

La presencia de As y Ag en concentraciones anómalas en el área de estudio es un indicador de que el ambiente geológico es propicio para la formación de yacimientos de Au y Ag ya sea en vetas o filones o como mineralizaciones asociadas.

Sin embargo la presencia de molibdeno, también en concentraciones anómalas, sugiere la posible existencia de algún depósito de pórfido cúprico, aunque la prueba final para descartar una u otra opción sería la exploración subterránea mediante núcleos de perforación.

3.8 Propuesta de modelo de depósito mineral

Proponer un modelo de depósito mineral para la zona de El Pinal, únicamente con la información recabada en el campo es complicado, ya que los modelos se van complementando conforme los programas de exploración avanzan e inclusive se confirman o se modifican aun cuando ya se encuentran en etapas de explotación económica.

Algunos términos referentes a modelos de depósitos minerales son explicados por Dennis P. Cox y Donald A. Singer de la siguiente manera:

Una *Ocurrencia Mineral* es una concentración de un mineral que es considerada valiosa por alguien en algún lugar, o que es de interés técnico o científico, un *Depósito Mineral* es una ocurrencia mineral de suficiente tamaño y ley, que puede, bajo las condiciones más favorables, considerarse que tiene un potencial económico. Un *Yacimiento Mineral* es un depósito mineral que ha sido probado y se sabe que tiene el suficiente tamaño, ley y accesibilidad para poder explotarlo y obtener un beneficio.³⁵

Según lo anterior y considerando que las zonas con potencial en El Pinal no han sido probadas mediante barrenación, en este trabajo se considera al área con anomalías como una ocurrencia mineral.

Cox y Singer también sugieren realizar la clasificación de los modelos en base a dos atributos principales, el primero se trata de rasgos locales que pueden ser observados directamente en el campo (mineralogía, patrones zonales, halos químicos locales, etc.) y el otro es el ambiente lito-tectónico de formación de la roca en la que se encuentra encajado el depósito.

³⁵ Dennis P. Cox, Donald A. Singer.: *MINERAL DEPOSIT MODELS* (Estados Unidos: U.S. Geological Survey bulletin 1693, 1986), 1.

Para la zona de El Pinal se tienen como rasgos locales sobresalientes, las anomalías significativas de metales como Au, Ag, As, Bi, Mo, Pb y Sb en muestras de roca, y de As, Ag, Mo y Pb en las muestras de suelo colectadas, lo que permite tener una idea de la distribución de los elementos relacionados a mineralización dentro de la zona de El Pinal y sus posibles asociaciones. En sección delgada se identificó un sulfuro de plata en una muestra seleccionada y a nivel de afloramiento es posible observar pirita en algunas locaciones.

Estructuralmente se determina que las anomalías de estos metales están asociadas a fallas y sistemas de fracturamiento relacionados, por los cuales los fluidos hidrotermales se abrieron paso, así como también a vetas de cuarzo hidrotermal y zonas de *stockwork* que afloran en el área de interés, las cuales se orientan con un rumbo preferencial de N315°.

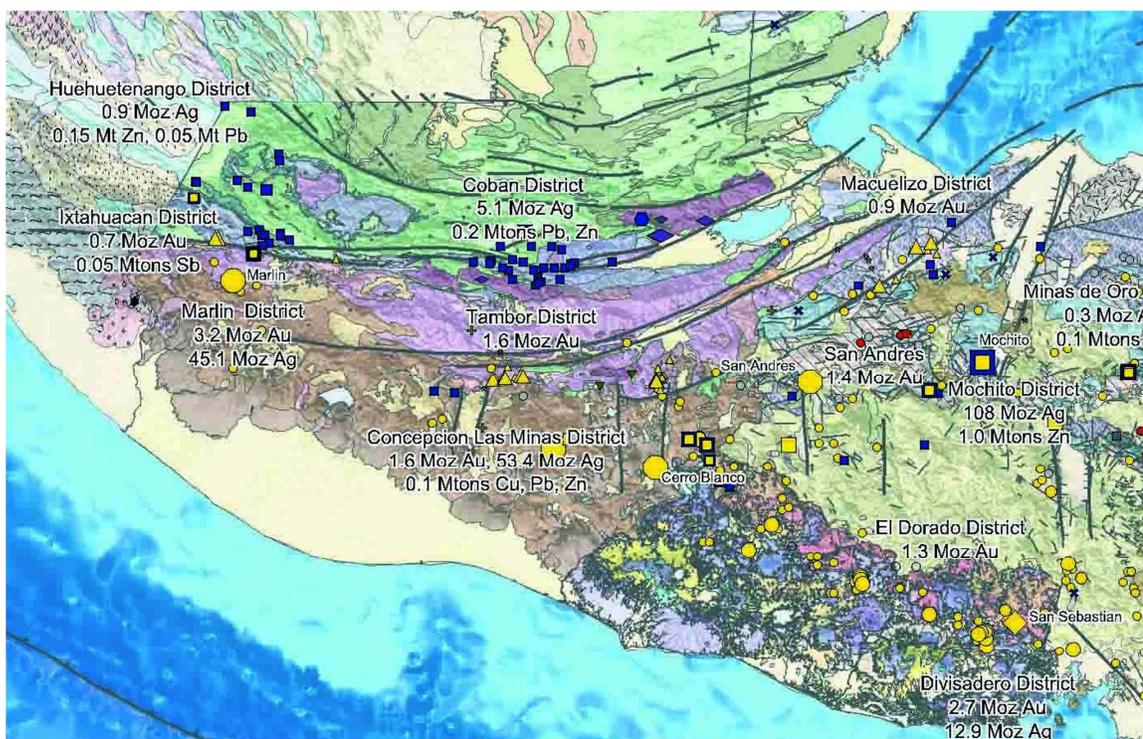
Para la configuración lito-tectónica de la zona de EL Pinal, se tiene que la secuencia de rocas que aflora en el área es ígneas extrusivas, como se pudo determinar mediante el mapeo geológico, definiendo una Unidad de Basalto que sobreyace hacia el oeste, a una Unidad de Toba lítica de composición félsica, que es la predominante. Es en esta Toba lítica en donde se encuentran encajadas las zonas de alteración hidrotermal que contienen las anomalías de metales en el área. Esta secuencia de rocas es parte de las denominadas rocas volcánicas del terciario por Donnelly *et. al.*

El área de interés se ubica sobre la cadena volcánica al sureste de Guatemala, la cual es producto de la zona de subducción de la placa de Cocos bajo la placa del Caribe, la figura 33 muestra la ubicación de algunos yacimientos minerales de Guatemala que se encuentran relacionados a la cadena volcánica.

La cercanía del área a la zona volcánica permite inferir que las zonas de alteración en El Pinal son producto de fracturamiento relacionado a vulcanismo.

FIGURA 33

GEOLOGIA Y UBICACIONES DE DEPÓSITOS MINERALES EN GUATEMALA



Fuente: modificado de *Mineral Deposits and geology of the caribbean basin and Northern South America* en http://cbth.uh.edu/outreach/maps/Nelson_minerals_Carib_2008.jpg, visitado el 15/01/15.

Dentro de los ambientes lito-tectónicos descritos por Cox y Singer, la zona de El Pinal se ubica en un ambiente ígneo extrusivo de composición félsica a máfica. Esto se define por el tipo de roca en que se encuentran encajadas las zonas de alteración y la ubicación del área de estudio. Para esto se utilizó la tabla de la figura 9 en el capítulo 2.

Cox y Singer agrupan a una serie de modelos de depósito que se podrían encontrar en este tipo de ambiente lito-tectónico, dentro de los

cuales el modelo descriptivo de Au-Ag de fuente termal es el que contiene a la mayoría de los atributos descritos. El ambiente geológico y la descripción de dicho modelo se encuentran en la tabla 22.

TABLA 23

MODELO DESCRIPTIVO DE Au - Ag DE FUENTE TERMAL

Ambiente geológico	Descripción	Sílice de grano fino y cuarzo en brecha silicificada con Au, Pirita, y sulfuros de As y Sb.
	Tipos de roca	Riolita, tuffitas.
	Texturas	porfirítica, brechada
	Rango de edad	principalmente Terciario y Cuaternario
	Ambiente deposicional	Centros volcánicos riolíticos sub aéreos, Domos riolíticos y partes someras de sistemas geotermales relacionados
	Arreglo tectónico	Sistemas de fracturas relacionados a volcanismo sobre zonas de subducción, márgenes continentales de rift, fallas transformantes.
	Tipos de depósitos asociados	Vetas de cuarzo epitermal, Hg de fuente termal, Oro de placer.
Descripción del depósito	Mineralogía	Oro nativo + pirita + estibnita + realgar; o arsenopirita + esfalerita + calcopirita + fluorita; Oro nativo + seleniuros o telururos de Ag + pirita
	Textura/estructura	Vetas Crustiformes bandeadas, <i>stockworks</i> , brechas (cementadas con sílice o sin cementar).
	Alteración	De arriba abajo en el sistema: sinter calcedónico, silicificación masiva, Stockworks y vetas de cuarzo + adularia y brecha cementado con cuarzo, cuarzo + clorita, vetas generalmente calcedónicas, ocasional ópalo. Algunos depósitos tienen alunita y pirofilita, feldespato de Sb (Buddingtonita) puede estar presente
	Control de mineralización	A través de sistemas de fractura, núcleos brechados de domos intrusivos, las brechas cementadas pueden ser importantes portadoras de mineral
	Intemperismo	Roca local decolorada, limonitas amarillas con jarosita y alunita de grano fino, hematita, goethita.
	Firma geoquímica	Au + As + Sb + Hg + Ti se encuentran más alto en el sistema. Incremento de Ag con la profundidad, disminución de As + Sb + Ti + Hg a mayor profundidad, Localmente amonio y W.

Fuente: Tomado de Dennis P. Cox, Donald A. Singer.: *MINERAL DEPOSIT MODELS* (Estados Unidos: *U.S. Geological Survey bulletin* 1693, 1986), 143.

La mayoría de los atributos descritos para la zona de El Pinal concuerdan con los del modelo de la tabla 19, por lo que se propone el Modelo descriptivo de Au y Ag de fuente termal, para el área de estudio.

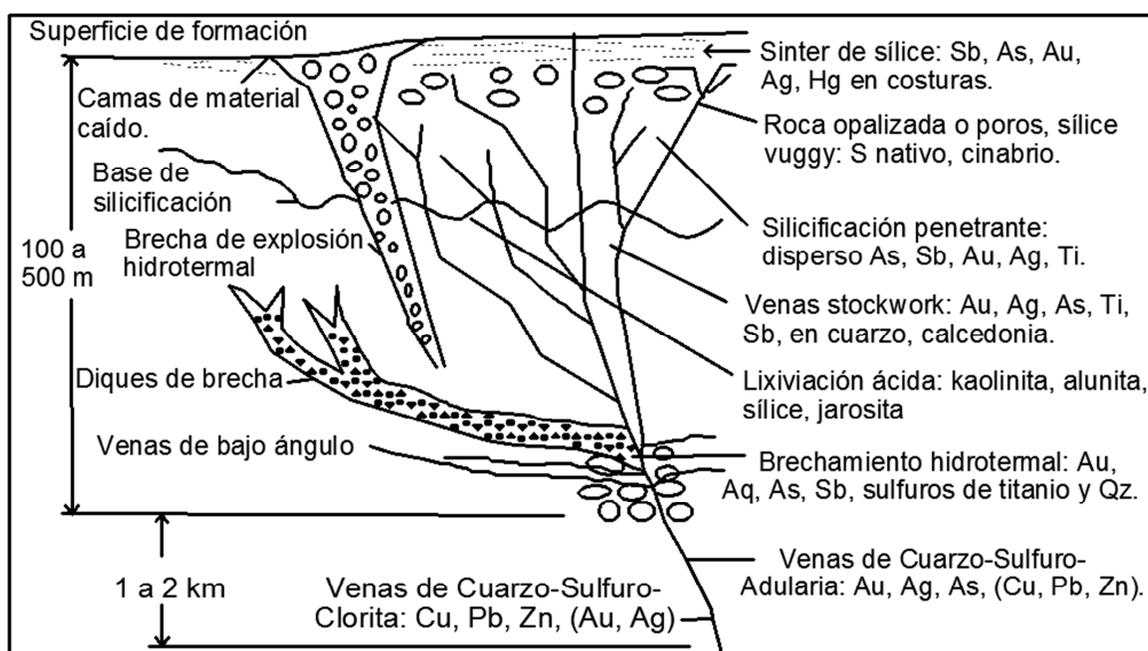
La figura 34 muestra una sección transversal idealizada de este modelo con sus principales características, sin embargo, en el área de

estudio no se han realizado sondeos a profundidad que confirmen lo que se indica en dicho diagrama.

Sin exploración subterránea no es posible conocer cómo se comporta la alteración en profundidad, y tampoco si existen concentraciones favorables de mineral.

FIGURA 34

ESQUEMA DE SECCIÓN TRANSVERSAL PARA EL DEPÓSITO DE FUENTE TERMAL DE Au - Ag



Fuente: Tomado de Dennis P. Cox, Donald A. Singer.: *MINERAL DEPOSIT MODELS* (Estados Unidos: *U.S. Geological Survey bulletin* 1693, 1986), 144.

3.9 Conclusiones

Luego de haber analizado e interpretado toda la información sobre el estudio geológico-geoquímico realizado en el área de estudio para determinar anomalías de metales preciosos, se generan las siguientes conclusiones:

- a.) Se determinó que los metales preciosos a Au y Ag, presentan un comportamiento anómalo significativo, ya que se estableció un valor anómalo máximo de 1,95 ppm para el elemento Au y un valor de fondo de 0,01549 ppm, y para el elemento Ag se tiene un máximo de 1 133,2 ppm y un valor de fondo de 0,3879 ppm. Estos valores son representativos en comparación al valor de fondo o *background* en rocas ígneas comunes los cuales son 0,001 ppm para Au y 0,2 ppm para Ag.
- b.) A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio de muestras de suelo y de roca, se identificó una asociación entre los elementos Au, Ag, As, Sb, Zn, Cu y Pb; la cual es característica de yacimientos de complejo de metales preciosos. Se determinó que los elementos As y Ag son los principales indicadores o *pathfinders* en la zona, ya que tienen una distribución similar a la de los elementos de interés.
- c.) El análisis geológico-geoquímico permitió identificar dos zonas con posible potencial en el área, denominadas como zona sur y zona norte. Además también se puede indicar que la mayoría de las anomalías geoquímicas de metales preciosos (Au y Ag) y elementos de interés asociados ocurren en la zona norte.
- d.) Los mapas de interpolación de suelos permiten inferir que la presencia de valores anómalos de Au y Ag asociados a anomalías del elemento Pb es de gran importancia ya que este último es un elemento poco

móvil asociado a fallas y vetas de cuarzo con tendencia estructural $N315^\circ$ presentes en las zona de estudio, a través de las cuales circularon fluidos hidrotermales metalogénicos que generaron anomalías geoquímicas significativas que reflejan en superficie una posible mineralización a profundidad.

- e.) Se identificaron en superficie únicamente los sulfuros pirita (FeS_2) y acantita (Ag_2S), sin embargo los valores anómalos de cobre, plomo y cinc indican la posible presencia de otros sulfuros como calcopirita ($CuFeS_2$), galena (PbS) y esfalerita (ZnS).

- f.) El análisis de los atributos geológicos locales como las anomalías geoquímicas de metales, halos de alteración, la secuencia de rocas que aflora en la zona y sus estructuras relacionadas, realizado en conjunto con las consideraciones lito-tectónicas regionales como la ubicación geográfica y el ambiente geológico, indica que las zonas de alteración de El Pinal forman parte de un modelo descriptivo de depósito de Au – Ag de fuente termal.

3.10 RECOMENDACIONES

- a.) Realizar sondeos a profundidad mediante barrenación a lo largo de las zonas de alteración identificadas en el área, principalmente en la zona norte, ya que en esta se observan estructuras bien definidas en superficie, además esto con la finalidad de confirmar la existencia de esas estructuras en profundidad y determinar si hay un incremento en la concentración de los elementos de interés y cómo se comporta la alteración con el cambio de elevación.

- b.) Extender las líneas de muestras de suelos en la zona sur, para delimitar de una mejor forma el tren de alteración N315° propuesto para esa zona, así como también tomar más muestras en líneas intermedias a las que ya se realizaron para poder interpolar los valores con mayor precisión.

- c.) Realizar análisis de espectrometría de reflectancia a las arcillas presentes en las zonas de alteración, esto permitirá identificar los distintos tipos de minerales que las constituyen y su relación con las anomalías presentes en la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Cooperación Internacional de Korea. *The geochemical exploration project in the volcanic and metamorphic area in the Motagua basin of Guatemala*. República de Korea: Instituto de Geología, Minas y Materiales de Korea, 1998.
- Carr, Michael. *Underthrusting and Quaternary Faulting in Northern Central America*. Universidad Rutgers, New Brunswick, Nueva Jersey, United States of America: Geology department, 1975.
- Cox, Dennis P. y Donald A., Singer. *Mineral Deposit Models*: Washington, United States of America: Geological Survey, U. S. Government Printing Office, 1986.
- Fletcher, WK. Et. Al. *Exploration geochemistry: Design and interpretation of soil surveys*. Nuevo México: Society of Economic Geologists, 1987.
- Hawkes, Herberth y John, Webb. *Geochemistry in mineral exploration*. Nueva York, United States Of America: Harper & Row, 1962.
- Howarth, RJ. *Statistics an data analysis in geochemical prospecting*. Nueva York, United States Of America.: Elsevier science publishing company, 1983.
- Luna, J. y O. López. *Evaluación de la amenaza sísmica para la ciudad de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Centro de estudios superiores de energía y minas, 1993.
- Marshal, Dan. Et. Al. *Ore mineral atlas*. Canada: Geological Association of Canada Mineral Deposits Division, 2004.
- Ministerio de Energía y Minas -MEM-. *Minería en Guatemala*, Guatemala: Dirección general de minería, 2003.



Moreno, Geovanni y Oscar García. *Herramientas de análisis estadístico y espacial aplicadas en la separación línea base-anomalía geoquímica. implicaciones en exploración de recursos naturales. Parte 1: Revisión Metodológica*. http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/geociencias/revistageologia/gcolombiana31/3-Garcia_Moreno1.pdf (08 de julio de 2014).

Ralph, Roberts y Irving, Earl. *Mineral deposits of Central America*. Washington, United States Of America: Geological Survey U. S. Government printing office, 1957.

Sánchez, I. y P. De Luxan. *La espectrometría de emisión por fuente de plasma acoplado inductivamente*. <http://vSLOU8xDWGcJ:materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/download/896/953+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=gt> (11 de septiembre de 2014).

Thompson, A.J.B. *Atlas of alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals*. Canadá: Geological Association of Canada Mineral Deposits Division, 1996.



V.º B.º
Adán García Veliz

Adán García Veliz.
 Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa.
 Bibliotecario.

ANEXO 1

**TABLA DE RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO DE MUESTRAS
DE ROCA**

ID SAMPLE	UTM-E	UTM-N	Au ppm	Ag ppm	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdeum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Scandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Tungsten	Zinc	Zirconio	
GE-05938	181550	1599702	-0.005	0.7	0.27	-2	<1	1	1	<0.5	<1	210	6	0.44	0.07	4	0.02	55	2	0.02	6	40	-1	2	<1	2	<0.01	3	<1	14	0	
GE-05939	181560	1599697	0.352	2.4	0.22	-2	<1	<1	<1	<0.5	<1	164	4	0.44	0.16	<2	<0.01	79	1	0.02	5	35	-1	2	<1	2	<0.01	5	<1	14	0	
GE-05940	181555	1599698	1.508	14.2	0.26	-2	<1	<1	2	<0.5	<1	159	5	0.35	0.1	<2	<0.01	45	1	0.02	5	15	-1	4	<1	2	<0.01	5	<1	8	0	
GE-05941	181564	1599696	-0.005	0.7	0.29	5	<1	1	2	<0.5	<1	190	11	0.61	0.12	4	0.02	53	3	0.02	5	55	-1	2	<1	2	<0.01	5	<1	21	0	
TG-001538	179658	1600760	-0.005	3.5	0.27	15	10	4	0.04	<0.5	<1	168	8	0.35	0.1	6	0.02	50	32	<0.01	4	100	24	2	<1	2	<0.01	5	<10	8	2	
TG-001539	179645	1600868	-0.005	0.3	0.28	10	35	<2	0.04	<0.5	<1	100	2	0.34	0.17	6	0.02	25	13	<0.01	2	130	-2	-2	<1	2	<0.01	5	<10	4	2	
TG-001540	179651	1600745	-0.005	0.5	0.23	10	25	<2	0.01	<0.5	<1	165	9	0.41	0.12	6	<0.01	30	4	<0.01	3	115	52	-2	<1	1	<0.01	4	<10	4	2	
TG-001541	179378	1600730	-0.005	0.6	0.35	30	45	4	0.03	<0.5	2	97	10	0.79	0.2	10	0.02	155	92	<0.01	2	220	4	-2	<1	3	<0.01	6	<10	6	2	
TG-001542	179411	1600795	0.01	3.6	0.35	45	85	2	0.03	<0.5	2	175	12	0.65	0.25	10	0.02	105	20	0.02	3	255	702	-2	<1	7	<0.01	7	<10	10	2	
TG-001543	179422	1600798	0.017	4.1	0.29	30	80	<2	0.03	<0.5	1	124	14	0.5	0.19	8	0.03	130	17	0.01	3	220	654	-2	<1	7	<0.01	4	<10	14	<2	
TG-001544	179431	1600792	0.007	1.9	0.25	30	95	4	0.03	<0.5	<1	177	4	0.56	0.17	6	0.02	130	9	0.01	3	225	56	-2	<1	6	<0.01	4	<10	2	<2	
TG-001545	181772	1599411	1.955	17.9	0.27	10	20	4	0.01	<0.5	2	123	18	0.41	0.07	<2	0.01	205	6	<0.01	3	120	8	4	<1	1	<0.01	7	<10	4	2	
TG-001546	181761	1599428	0.151	11.3	0.51	5	15	2	<0.01	<0.5	<1	152	2	0.46	0.08	<2	0.01	75	3	<0.01	3	130	-2	-2	<1	1	<0.01	9	<10	6	4	
TG-001547	181746	1599402	0.034	0.8	0.29	-5	15	<2	<0.01	<0.5	<1	112	3	0.3	0.08	<2	<0.01	65	4	<0.01	3	100	-2	-2	<1	<1	<0.01	7	<10	8	2	
TG-001951	180556.7	1600297	0.062	0.5	0.3	-5	26	<2	<0.01	<0.5	1	165	3	0.49	0.09	<2	0.01	120	1	<0.01	5	40	8	3	<1	2	<0.01	6	<10	7	3	
TG-001952	180522.8	1600570	0.014	0.3	0.26	-5	26	<2	<0.01	<0.5	<1	113	4	0.64	0.18	4	0.01	72	<1	<0.01	3	51	19	-2	<1	3	<0.01	5	<10	12	<2	
TG-001953	180944.7	1600141	-0.005	0.1	0.19	13	58	<2	<0.01	<0.5	<1	13	-1	1.04	0.27	12	<0.01	49	1	<0.01	<1	85	32	-2	<1	5	<0.01	5	<10	22	<2	
TG-001954	180960.6	1600135	0.024	-0.1	0.24	9	44	<2	<0.01	<0.5	<1	6	1	0.98	0.27	14	0.01	71	1	<0.01	<1	88	14	-2	<1	7	<0.01	5	<10	19	<2	
TG-001955	180951.9	1600148	-0.005	0.3	0.26	10	75	<2	<0.01	<0.5	<1	115	3	0.54	0.34	16	0.01	40	1	<0.01	3	61	33	-2	<1	7	<0.01	2	<10	24	<2	
TG-001966	181036.7	1600023	0.011	0.6	0.27	190	116	<2	<0.01	<0.5	<1	44	9	2.61	0.28	19	<0.01	18	18	<0.01	<1	277	42	7	<1	17	<0.01	2	<10	47	2	
TG-001967	180563.3	1600395	0.005	0.5	0.39	-5	15	<2	<0.01	<0.5	3	11	-1	0.42	0.12	<2	<0.01	137	<1	<0.01	<1	27	29	-2	<1	2	<0.01	5	<10	7	<2	
TG-001968	180561.3	1600398	0.018	0.5	0.17	-5	12	<2	<0.01	<0.5	<1	13	-1	0.47	0.09	<2	<0.01	40	<1	<0.01	<1	22	20	-2	<1	2	<0.01	4	<10	4	<2	
TG-001969	181204.9	1601407	-0.005	-0.1	1.47	-5	113	<2	0.03	<0.5	1	3	5	1.11	0.33	34	0.12	28	<1	<0.01	<1	34	21	-2	3	40	<0.01	11	<10	31	8	
TG-001970	181162.1	1600116	-0.005	-0.1	0.93	96	41	<2	<0.01	<0.5	7	40	3	1.76	0.4	27	<0.01	912	7	<0.01	<1	111	15	3	2	5	<0.01	29	<10	15	18	
TG-001971	181639.9	1599798	-0.005	-0.1	0.54	-5	72	<2	<0.01	<0.5	<1	35	-1	0.85	0.31	22	0.06	156	<1	0.01	<1	45	11	-2	2	12	<0.01	2	<10	44	<2	
TG-001972	181756.2	1599309	0.043	0.8	0.24	-5	19	<2	<0.01	<0.5	<1	12	-1	0.68	0.16	3	0.01	63	1	<0.01	<1	44	8	-2	<1	3	<0.01	5	<10	9	<2	
TG-001973	181839	1599378	0.032	0.4	0.31	-5	12	<2	<0.01	<0.5	1	141	2	0.33	0.12	<2	0.01	98	<1	<0.01	3	21	31	-2	<1	2	<0.01	4	<10	8	2	
TG-001974	181935.3	1599390	0.028	0.4	0.29	-5	24	<2	<0.01	<0.5	<1	113	3	0.4	0.08	<2	<0.01	35	<1	<0.01	3	23	4	-2	<1	3	<0.01	8	<10	9	3	
TG-001976	181596	1599457	0.048	0.4	0.49	14	14	<2	<0.01	<0.5	<1	170	4	0.58	0.1	<2	<0.01	34	1	<0.01	4	41	14	3	1	2	<0.01	8	<10	15	4	
TG-001977	181622.6	1599442	0.102	0.6	0.37	-5	<10	<2	<0.01	<0.5	<1	17	-1	0.49	0.08	<2	<0.01	34	<1	<0.01	<1	24	14	2	<1	2	<0.01	7	<10	5	3	
TG-001978	180971.2	1600044	0.03	0.5	0.47	-5	16	<2	<0.01	<0.5	1	99	3	1.04	0.08	<2	<0.01	84	<1	<0.01	2	39	71	-2	1	1	<0.01	26	<10	7	5	
TG-001979	180949.4	1600051	0.018	0.6	0.3	-5	26	<2	<0.01	<0.5	<1	15	-1	0.61	0.12	<2	<0.01	36	<1	<0.01	<1	34	86	-2	<1	2	<0.01	8	<10	3	<2	
TG-001980	180936	1600076	0.063	0.1	0.26	-5	<10	<2	<0.01	<0.5	<1	18	-1	0.56	0.08	<2	<0.01	40	<1	<0.01	1	20	14	2	<1	2	<0.01	6	<10	2	<2	
TG-001981	180178.6	1601139	0.007	0.6	0.23	18	61	<2	<0.01	<0.5	<1	156	4	0.5	0.22	12	<0.01	28	43	<0.01	3	48	14	11	<1	4	<0.01	3	<10	5	<2	
TG-001982	180186.8	1601109	-0.005	0.2	0.2	14	154	<2	<0.01	<0.5	<1	107	2	0.45	0.22	15	0.01	38	21	<0.01	2	80	24	4	<1	5	<0.01	2	<10	5	<2	
TG-001983	180330	1600577	0.063	0.6	0.22	-5	14	<2	<0.01	<0.5	<1	20	-1	0.45	0.09	<2	<0.01	52	1	<0.01	1	29	14	2	<1	2	<0.01	4	<10	4	<2	
TG-001984	180323.1	1600581	-0.005	0.2	0.54	-5	18	<2	<0.01	<0.5	1	11	-1	0.54	0.08	<2	0.01	116	<1	<0.01	1	31	10	-2	1	2	<0.01	9	<10	7	5	
TG-001985	180954.9	1599000	-0.005	-0.1	0.32	-5	27	<2	<0.01	<0.5	<1	72	3	0.35	0.22	11	<0.01	43	<1	0.01	2	44	5	6	<1	3	<0.01	3	<10	16	<2	
TG-001986	180977.5	1598985	-0.005	0.3	0.51	5	53	<2	0.02	<0.5	<1	75	6	0.45	0.27	4	0.01	27	1	0.01	2	54	20	5	<1	4	<0.01	3	<10	20	3	
TG-003253	179378	1600705	0	0	0	0	0	<2	0	<0.5	<1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG-003254	179402	1600713	0	0	0	0	0	<2	0	<0.5	<1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG-003255	179524	1600745	0	0	0	0	0	<2	0	<0.5	<1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG-003256	179532	1600731	-0.005	0.3	0.22	15	60	<2	0.02	<0.5	<1	142	5	0.4	0.15	6	0.01	35	18	<0.01	5	115	30	-2	<1	4	<0.01	4	<10	-2	<2	
TG-003257	179476	1600916	0.01	0.4	0.29	55	50	<2	0.03	<0.5	<1	83	5	0.6	0.24	8	0.02	40	43	<0.01	2	145	2	-2	<1	4	<0.01	7	<10	4	<2	
TG-003258	181743	1599423	0.079	1.6	0.41	-5	10	<2	0.03	<0.5	<1	114	2	0.28	0.06	<2	<0.01	35	7	<0.01	4	90	-2	-2	<1	<1	<0.01	6	<10	10	4	

ID SAMPLE	UTM-E	UTM-N	Au ppm	Ag ppm	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdeum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Scandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Tungsten	Zinc	Zirconio
TG-005358	179761.6	1600722	0.006	0.1	0.19	26	25	<2	<0.01	<0.5	<1	84	27	1.23	0.07	11	0.01	22	105	<0.01	2	54	24	7	<1	3	<0.01	9	<10	2	2
TG-005359	179757.7	1600726	-0.005	0.2	0.23	20	22	<2	<0.01	<0.5	<1	113	6	0.77	0.08	5	0.01	32	30	0.01	3	20	6	-2	<1	2	<0.01	6	<10	-2	3
TG-005360	179783.7	1600724	0.015	0.1	0.21	12	19	<2	<0.01	<0.5	<1	9	2	0.55	0.08	11	<0.01	33	27	<0.01	<1	56	20	-2	<1	6	<0.01	5	<10	5	<2
TG-005361	179531.8	1600731	0.009	0.1	0.19	16	34	<2	0.01	<0.5	<1	9	8	0.58	0.1	7	<0.01	104	4	0.01	<1	54	90	-2	<1	11	<0.01	4	<10	7	<2
TG-005362	179574.6	1600723	0.008	0.2	0.35	16	52	2	0.01	<0.5	<1	124	6	0.55	0.15	10	0.02	99	4	<0.01	3	67	145	-2	<1	13	<0.01	4	<10	6	<2
TG-005363	179509.1	1600743	-0.005	-0.1	0.15	8	22	3	<0.01	<0.5	<1	10	8	0.6	0.08	4	<0.01	31	3	<0.01	<1	26	70	-2	<1	2	<0.01	2	<10	8	<2
TG-005364	179828.6	1600798	0.022	3.2	0.13	18	12	7	<0.01	<0.5	<1	15	3	0.41	0.05	4	<0.01	43	102	<0.01	<1	19	270	5	<1	2	<0.01	2	<10	11	<2
TG-005365	179813	1600776	0.038	79.1	0.12	15	<10	7	<0.01	<0.5	<1	96	3	0.37	0.06	<2	0.01	74	29	<0.01	3	23	183	6	<1	1	<0.01	3	<10	19	<2
TG-005366	179817.5	1600718	0.008	0.2	0.19	21	53	4	<0.01	<0.5	<1	138	6	0.84	0.07	7	<0.01	28	43	0.01	4	62	19	2	<1	6	<0.01	5	<10	5	<2
TG-005367	179850.5	1600719	0.011	-0.1	0.2	-5	11	<2	<0.01	<0.5	<1	15	3	0.36	0.07	3	<0.01	32	3	0.01	<1	25	3	-2	<1	2	<0.01	3	<10	2	<2
TG-005368	179860.3	1600708	-0.005	-0.1	0.12	10	21	<2	<0.01	<0.5	<1	10	3	0.4	0.05	6	<0.01	37	14	<0.01	<1	25	8	-2	<1	2	<0.01	3	<10	4	<2
TG-005369	179863.3	1600709	-0.005	-0.1	0.24	-5	10	<2	<0.01	<0.5	<1	134	4	0.36	0.06	6	<0.01	29	5	0.01	3	23	21	-2	<1	2	<0.01	5	<10	-2	2
TG-005370	179845.1	1600704	-0.005	-0.1	0.18	14	28	3	<0.01	<0.5	<1	94	6	0.59	0.06	11	<0.01	22	23	0.01	3	49	50	-2	<1	6	<0.01	6	<10	-2	<2
TG-005371	179870.8	1600691	0.005	-0.1	0.26	10	18	<2	<0.01	<0.5	<1	100	4	0.29	0.1	8	0.01	22	3	0.01	3	28	10	-2	<1	3	<0.01	4	<10	-2	<2
TG-005372	179878.9	1600694	0.006	-0.1	0.14	12	37	3	<0.01	<0.5	<1	14	4	0.59	0.08	7	<0.01	42	7	0.01	<1	54	24	-2	<1	6	<0.01	6	<10	6	<2
TG-005373	179881.9	1600695	-0.005	0.2	0.18	7	19	3	0.01	<0.5	<1	13	3	0.35	0.09	5	<0.01	74	4	<0.01	<1	26	62	-2	<1	3	<0.01	4	<10	6	<2
TG-005374	179865.2	1600742	-0.005	0.1	0.13	-5	<10	<2	<0.01	<0.5	<1	133	3	0.27	0.04	3	<0.01	23	3	<0.01	3	<10	8	-2	<1	3	<0.01	2	<10	-2	<2
TG-005375	179824.5	1600754	0.011	2	0.14	8	19	5	<0.01	<0.5	<1	117	6	0.47	0.05	5	<0.01	24	18	0.01	3	41	83	-2	<1	3	<0.01	4	<10	4	<2
TG-005376	179806.7	1600763	0.016	0.8	0.24	50	18	2	<0.01	<0.5	<1	116	7	0.9	0.08	4	<0.01	24	90	<0.01	3	37	112	5	<1	2	<0.01	7	<10	6	2
TG-005377	179805.6	1600761	0.012	0.2	0.21	28	16	<2	<0.01	<0.5	<1	13	6	0.7	0.06	4	<0.01	30	49	0.01	<1	26	30	-2	<1	2	<0.01	6	<10	10	3
TG-005378	179806.6	1600760	0.023	5.1	0.17	43	25	3	<0.01	<0.5	<1	8	7	0.82	0.1	8	<0.01	33	89	<0.01	<1	58	207	-2	<1	2	<0.01	3	<10	11	<2
TG-005379	179489.1	1601127	0.005	-0.1	0.23	28	85	2	<0.01	<0.5	5	95	3	0.5	0.15	12	0.01	490	27	<0.01	2	35	7	-2	<1	4	<0.01	2	<10	5	<2
TG-005380	179472.9	1601121	0.008	0.4	0.16	47	31	<2	<0.01	<0.5	<1	91	3	0.57	0.12	11	<0.01	51	34	0.01	2	31	6	-2	<1	3	<0.01	2	<10	4	<2
TG-005384	179613.8	1601115	-0.005	-0.1	0.2	19	48	<2	0.01	<0.5	<1	128	3	0.64	0.08	10	0.01	16	164	0.01	2	136	6	5	<1	6	<0.01	6	<10	5	<2
TG-005385	179497	1601237	-0.005	-0.1	0.42	10	59	<2	0.01	<0.5	<1	107	2	0.41	0.16	16	0.02	31	4	0.01	2	139	15	2	<1	14	<0.01	3	<10	3	<2
TG-005386	179780.2	1601816	0.014	-0.1	0.21	2500	402	<2	<0.01	1.4	3	112	2	>10	0.01	5	0.03	1554	52	<0.01	<1	182	3	11	4	52	<0.01	93	<10	85	6
TG-005387	179779.8	1601836	0.027	-0.1	0.55	3067	281	<2	<0.01	3.1	4	144	7	9.07	0.02	11	0.02	324	91	<0.01	4	502	5	17	6	35	<0.01	80	<10	57	5
TG-005388	179733.4	1601936	-0.005	0.1	0.37	21	30	<2	<0.01	<0.5	<1	126	3	0.86	0.11	10	0.07	43	9	0.01	3	127	6	3	<1	2	<0.01	9	<10	19	<2
TG-005389	179713.2	1601931	-0.005	-0.1	0.65	20	37	<2	<0.01	<0.5	<1	152	4	1.03	0.09	9	0.06	47	2	0.01	3	107	4	-2	1	3	<0.01	12	<10	14	4
TG-005390	179701	1601962	0.008	-0.1	0.32	14	34	<2	<0.01	<0.5	<1	10	2	0.75	0.09	4	0.02	39	3	0.01	<1	130	4	-2	<1	4	<0.01	8	<10	6	3
TG-005391	179644	1601960	-0.005	-0.1	0.28	16	25	<2	<0.01	<0.5	<1	11	2	0.84	0.05	4	0.02	64	4	0.01	<1	108	4	-2	<1	3	<0.01	10	<10	17	3
TG-005392	179732	1601961	-0.005	0.2	0.45	20	37	<2	<0.01	<0.5	<1	171	3	0.94	0.11	8	0.05	40	20	0.01	4	141	4	3	<1	4	<0.01	10	<10	11	2
TG-005393	179771.9	1601956	-0.005	-0.1	0.89	49	515	<2	<0.01	<0.5	26	80	4	4.85	0.12	9	0.05	4617	7	<0.01	<1	885	6	-2	2	5	<0.01	29	<10	27	10
TG-005394	179773.8	1601953	-0.005	-0.1	0.23	9	41	<2	<0.01	<0.5	<1	11	2	0.68	0.08	5	0.03	75	4	<0.01	<1	97	5	2	<1	3	<0.01	6	<10	14	<2
TG-005395	179924.4	1601857	-0.005	-0.1	0.19	6	<10	<2	<0.01	<0.5	<1	8	2	0.56	0.05	7	0.02	35	6	0.01	<1	103	-2	-2	<1	2	<0.01	7	<10	12	<2
TG-005396	180078.5	1601898	-0.005	-0.1	0.21	17	24	<2	<0.01	<0.5	<1	10	2	0.55	0.05	3	0.04	42	4	0.01	<1	111	2	4	<1	3	<0.01	4	<10	17	<2
TG-005397	179845	1600737	-0.005	0.3	0.11	-5	29	<2	<0.01	<0.5	<1	19	2	0.31	0.05	5	<0.01	28	8	0.01	<1	75	5	-2	<1	3	<0.01	1	<10	-2	<2
TG-005398	179805.6	1600761	0.013	2	0.33	38	16	<2	<0.01	<0.5	<1	201	6	0.87	0.1	9	0.01	34	145	0.01	4	150	245	10	<1	3	<0.01	6	<10	12	3
TG-005399	179725.2	1600862	-0.005	0.1	0.29	21	60	<2	<0.01	<0.5	<1	122	3	0.69	0.15	15	0.01	31	61	<0.01	2	128	7	5	<1	4	<0.01	5	<10	3	<2
TG-005400	179722.8	1600885	-0.005	-0.1	0.44	14	27	<2	<0.01	<0.5	<1	11	3	0.7	0.11	13	<0.01	41	55	0.01	<1	133	6	-2	<1	2	<0.01	9	<10	7	5
TG-005401	180219.6	1602358	-0.005	-0.1	0.67	25	42	<2	0.02	<0.5	<1	10	3	0.78	0.01	4	0.18	77	23	<0.01	2	359	6	5	<1	27	<0.01	20	<10	9	<2
TG-005415	179519	1600573	-0.005	0.3	0.4	30	96	<2	<0.01	<0.5	<1	5	9	2.51	0.38	32	0.04	164	7	<0.01	<1	302	15	2	<1	18	<0.01	7	<10	15	3
TG-005416	179509	1600576	-0.005	0.1	0.53	11	42	<2	0.03	<0.5	2	3	38	1.44	0.3	27	0.05	101	2	<0.01	<1	124	10	-2	1	10	<0.01	6	<10	10	2
TG-005417	179509	1600579	-0.005	-0.1	0.59	11	42	<2	<0.01	<0.5	2	4	45	1.81	0.32	29	0.04	117	3	<0.01	<1	142	8	-2	1	10	<0.01	4	<10	13	2
TG-005418	179448	1600518	-0.005	-0.1	0.27	7	81	<2	0.02	<0.5																					

ID SAMPLE	UTM-E	UTM-N	Au ppm	Ag ppm	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdeum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Scandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Tungsten	Zinc	Zirconio
TG-005446	179816	1600819	-0.005	0.3	0.35	33	72	<2	<0.01	<0.5	<1	4	5	1.2	0.33	24	0.02	36	6	<0.01	<1	111	15	-2	<1	9	<0.01	5	<10	9	2
TG-005447	179814	1600818	-0.005	0.2	0.36	30	51	<2	<0.01	<0.5	<1	6	6	1.32	0.32	20	0.02	56	11	<0.01	<1	67	7	-2	<1	5	<0.01	5	<10	4	3
TG-005448	179811	1600816	-0.005	0.2	0.27	20	200	<2	<0.01	<0.5	<1	6	5	0.81	0.26	19	0.02	46	8	<0.01	<1	53	10	-2	<1	6	<0.01	4	<10	5	3
TG-005449	179812	1600816	-0.005	0.2	0.3	13	46	<2	<0.01	<0.5	<1	5	4	0.73	0.26	16	0.02	45	10	<0.01	<1	40	4	-2	<1	5	<0.01	3	<10	3	3
TG-005450	179817	1600809	-0.005	0.4	0.26	23	156	<2	<0.01	<0.5	<1	4	5	1.08	0.3	22	0.02	61	9	<0.01	<1	83	5	-2	<1	9	<0.01	3	<10	5	<2
TG-005451	179804	1600812	-0.005	-0.1	0.29	34	111	<2	<0.01	<0.5	<1	4	7	1.62	0.27	22	0.01	83	17	<0.01	<1	113	14	-2	<1	7	<0.01	2	<10	4	2
TG-005452	179805	1600815	0.008	-0.1	0.37	28	155	<2	<0.01	<0.5	1	4	8	2.33	0.32	26	0.02	143	14	<0.01	<1	185	9	-2	<1	11	<0.01	6	<10	8	3
TG-005453	179737	1600905	0.008	0.2	0.48	56	203	<2	<0.01	<0.5	<1	4	7	1.54	0.28	20	0.02	54	29	<0.01	<1	44	9	-2	<1	5	<0.01	4	<10	9	3
TG-005454	179735	1600903	-0.005	0.2	0.64	40	63	<2	<0.01	<0.5	<1	2	7	1.35	0.3	22	0.02	55	30	<0.01	<1	45	7	-2	1	4	<0.01	5	<10	13	4
TG-005455	179735	1600903	-0.005	-0.1	0.42	78	86	<2	<0.01	<0.5	<1	4	24	2.33	0.33	23	0.02	58	21	<0.01	<1	55	9	-2	<1	5	<0.01	6	<10	14	3
TG-005456	179734	1600903	-0.005	0.1	0.82	33	88	<2	<0.01	<0.5	<1	2	6	2.41	0.32	28	0.03	21	22	<0.01	<1	75	15	-2	2	6	<0.01	19	<10	10	8
TG-005457	179733	1600902	-0.005	0.1	0.69	30	82	<2	<0.01	<0.5	<1	2	8	1.28	0.3	29	0.01	17	14	<0.01	<1	57	9	-2	1	4	<0.01	7	<10	9	4
TG-005458	179731	1600902	-0.005	-0.1	0.85	27	84	<2	<0.01	<0.5	<1	3	6	1.69	0.25	22	0.02	26	23	<0.01	<1	60	6	-2	2	4	<0.01	16	<10	10	8
TG-005459	179730	1600902	-0.005	0.2	0.57	26	89	<2	<0.01	<0.5	<1	1	5	1.44	0.3	33	0.02	30	34	<0.01	<1	138	13	-2	1	10	<0.01	7	<10	8	4
TG-005460	179728	1600902	0.007	0.4	0.45	26	121	<2	<0.01	<0.5	<1	4	4	1	0.29	20	0.02	50	29	<0.01	<1	97	10	-2	<1	8	<0.01	5	<10	10	3
TG-005461	179728	1600902	0.011	0.1	0.36	29	89	<2	<0.01	<0.5	<1	3	4	1.01	0.28	23	0.02	56	25	<0.01	<1	79	12	-2	<1	6	<0.01	3	<10	11	2
TG-005462	179726	1600903	-0.005	-0.1	0.4	16	110	<2	<0.01	<0.5	6	2	3	0.93	0.37	32	0.03	288	10	<0.01	<1	64	7	-2	<1	7	<0.01	5	<10	6	3
TG-005463	179722	1600903	-0.005	-0.1	0.79	30	88	<2	<0.01	<0.5	<1	1	6	1.28	0.35	37	0.03	22	16	<0.01	<1	62	6	-2	2	5	<0.01	8	<10	10	6
TG-005464	179721	1600903	-0.005	-0.1	0.47	23	90	<2	<0.01	<0.5	5	3	5	1.21	0.34	31	0.02	141	14	<0.01	<1	56	6	-2	<1	6	<0.01	5	<10	7	3
TG-005465	179721	1600902	-0.005	0.1	0.71	24	74	<2	<0.01	<0.5	2	3	5	1.71	0.3	24	0.03	68	20	<0.01	<1	59	8	3	2	4	<0.01	19	<10	7	9
TG-005466	179720	1600903	-0.005	0.2	0.35	13	74	<2	<0.01	<0.5	<1	3	2	0.84	0.32	24	0.02	48	25	<0.01	<1	60	6	-2	<1	4	<0.01	4	<10	-2	<2
TG-005467	179685	1600946	0.008	-0.1	0.78	52	85	<2	<0.01	<0.5	<1	15	5	1.58	0.22	18	0.05	26	19	<0.01	<1	34	5	-2	2	14	<0.01	20	<10	5	4
TG-005468	179685	1600951	-0.005	-0.1	0.74	72	149	<2	<0.01	<0.5	<1	47	13	2.4	0.19	19	0.04	91	39	0.01	1	70	9	3	2	11	<0.01	30	<10	10	7
TG-005469	179680	1600951	-0.005	-0.1	0.96	59	122	<2	<0.01	<0.5	<1	52	7	2.54	0.17	17	0.04	79	12	0.01	1	63	11	2	2	10	0.01	41	<10	9	13
TG-005470	179680	1600955	-0.005	-0.1	1.23	70	93	<2	<0.01	<0.5	<1	29	9	3.18	0.21	18	0.03	37	17	0.01	<1	37	6	2	3	6	0.01	47	<10	9	14
TG-005471	179680	1600959	-0.005	-0.1	1.83	32	133	<2	<0.01	<0.5	1	6	11	3.03	0.16	15	0.04	42	9	0.01	1	49	8	-2	5	6	0.04	69	<10	11	30
TG-005472	179680	1600962	-0.005	-0.1	0.92	48	51	<2	<0.01	<0.5	<1	3	7	1.93	0.19	18	0.02	17	13	<0.01	<1	37	4	2	2	4	<0.01	27	<10	5	11
TG-005473	179680	1600965	-0.005	-0.1	1.23	55	71	<2	<0.01	<0.5	<1	9	5	1.65	0.23	23	0.02	10	5	<0.01	1	26	6	-2	3	4	<0.01	21	<10	9	13
TG-005474	179678	1600974	0.007	-0.1	0.37	31	72	<2	<0.01	<0.5	<1	122	5	1.66	0.16	11	0.01	28	41	<0.01	2	31	4	3	1	4	<0.01	12	<10	6	3
TG-005475	179687	1600942	-0.005	-0.1	0.27	22	62	<2	<0.01	<0.5	<1	106	6	1.74	0.13	10	0.02	43	20	<0.01	2	45	4	3	<1	5	<0.01	12	<10	7	<2
TG-005476	179807	1600770	-0.005	0.2	2.28	82	118	<2	<0.01	0.6	<1	17	21	2.08	0.2	22	0.04	23	10	<0.01	1	147	133	2	5	2	0.02	35	<10	123	23
TG-005477	179806	1600769	-0.005	0.6	0.92	63	50	<2	<0.01	0.7	<1	42	17	1.37	0.26	20	0.02	20	12	<0.01	1	134	58	6	2	2	<0.01	13	<10	146	8
TG-005478	179805	1600768	0.007	0.7	1.17	212	77	<2	<0.01	<0.5	<1	57	17	1.6	0.16	26	0.02	16	43	<0.01	1	164	53	5	2	4	<0.01	15	<10	14	12
TG-005479	179804	1600766	-0.005	0.1	0.78	29	31	<2	<0.01	<0.5	<1	62	11	0.93	0.13	21	<0.01	11	11	<0.01	2	149	14	-2	1	2	<0.01	9	<10	7	8
TG-005480	179803	1600764	-0.005	0.4	1.34	56	66	<2	<0.01	<0.5	<1	3	9	1.36	0.13	23	0.02	19	15	<0.01	<1	139	27	4	3	2	0.02	18	<10	16	15
TG-005481	179802	1600763	-0.005	0.3	1.21	60	59	<2	<0.01	<0.5	<1	2	9	1.31	0.13	22	0.02	12	17	<0.01	<1	146	25	3	3	3	0.01	15	<10	9	11
TG-005482	179801	1600761	0.005	0.5	0.97	44	43	<2	<0.01	<0.5	<1	6	8	1.12	0.09	21	0.01	15	73	<0.01	<1	150	43	8	2	3	<0.01	11	<10	8	9
TG-005483	179800	1600760	0.005	1.2	1.28	38	60	<2	<0.01	<0.5	<1	4	10	1.38	0.15	27	0.02	16	56	<0.01	<1	169	76	9	3	3	0.01	21	<10	14	14
TG-005484	179799	1600760	-0.005	0.6	1.18	44	51	<2	<0.01	<0.5	<1	87	11	1.55	0.14	25	0.02	25	91	<0.01	2	202	108	10	3	3	0.01	20	<10	11	13
TG-005485	179798	1600760	-0.005	-0.1	1.49	42	59	2	<0.01	<0.5	<1	36	10	1.33	0.11	27	0.02	11	13	<0.01	1	126	16	2	3	4	0.01	19	<10	9	13
TG-005486	179770	1600969	-0.005	-0.1	0.32	17	36	<2	0.04	<0.5	<1	123	11	0.67	0.21	17	0.02	26	17	<0.01	3	49	16	-2	<1	3	<0.01	3	<10	18	2
TG-005487	179768	1600970	-0.005	0.1	0.37	29	28	<2	<0.01	<0.5	<1	67	4	0.87	0.24	17	0.02	20	37	<0.01	2	40	5	-2	<1	2	<0.01	3	<10	6	3
TG-005488	179761	1600972	0.005	-0.1	0.37	21	24	<2	<0.01	<0.5	<1	63	2	0.77	0.25	20	0.02	21	10	<0.01	2	35	4	-2	<1	3	<0.01	3	<10	4	3
TG-005489	179751	1600977	-0.005	0.2	0.32	25	33	<2	<0.01	<0.5	<1	68	3	0.98	0.21	15	0.01	18	48	<0.01	2	47	5	-2	<1	2	<0.01	5	<10	4	3
TG-005490	179743	1600964	-0.005	0.2	0.31	24	23	<2	<0.01	<0.5	<1	108	2	0.88	0.19	11	0.01	21	29	<0.01	2	26	3</								

ID SAMPLE	UTM-E	UTM-N	Au ppm	Ag ppm	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdeum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Scandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Tungsten	Zinc	Zirconio
TG-010587	179502	1601096	-0.005	-0.1	0.5	38	44	<2	0.04	<0.5	<1	44	5	0.54	0.32	20	0.04	81	12	0.01	2	82	4	-2	<1	9	<0.01	4	<10	4	2
TG-010588	179512	1601100	-0.005	-0.1	0.49	29	55	<2	0.01	<0.5	<1	116	2	0.67	0.34	23	0.02	50	31	0.01	3	93	11	-2	<1	5	<0.01	4	<10	4	2
TG-010589	179525	1601086	-0.005	-0.1	0.49	28	56	<2	0.01	<0.5	<1	112	2	0.64	0.32	23	0.02	51	33	<0.01	4	94	9	-2	<1	5	<0.01	4	<10	3	2
TG-010590	179536	1601045	-0.005	-0.1	0.37	32	66	<2	0.02	<0.5	<1	116	4	0.64	0.29	15	0.01	36	12	0.01	4	79	3	-2	<1	5	<0.01	4	<10	-2	<2
TG-010591	179426	1600799	0.012	2.5	0.51	35	131	<2	0.02	<0.5	2	107	26	0.91	0.26	13	0.05	121	8	0.02	4	219	702	-2	<1	15	<0.01	6	<10	27	2
TG-010592	179427	1600791	-0.005	0.6	0.76	18	127	<2	0.02	<0.5	2	4	24	0.99	0.35	25	0.06	99	5	0.03	<1	238	35	-2	2	30	<0.01	8	<10	26	3
TG-010593	179432	1600799	-0.005	0.3	0.8	17	93	<2	0.01	<0.5	<1	21	13	0.99	0.29	21	0.04	45	5	0.02	1	168	13	-2	1	16	<0.01	8	<10	27	4
TG-010594	179433	1600796	-0.005	0.3	0.89	27	103	<2	<0.01	<0.5	<1	3	13	1.23	0.36	29	0.03	23	3	0.02	<1	173	13	-2	2	17	<0.01	10	<10	15	5
TG-010595	179440	1600798	-0.005	0.8	0.98	36	202	<2	<0.01	<0.5	7	23	20	1.93	0.31	24	0.03	961	7	0.02	3	248	18	-2	2	13	<0.01	13	<10	36	5
TG-010596	179428	1600797	-0.005	1.4	0.28	28	66	<2	0.04	<0.5	3	163	6	0.7	0.16	5	0.02	282	9	0.02	5	124	152	-2	<1	8	<0.01	4	<10	4	<2
TG-010597	179426	1600798	-0.005	1.7	0.29	52	145	<2	0.03	<0.5	2	182	8	0.99	0.21	7	0.02	369	12	0.01	5	159	80	2	<1	8	<0.01	5	<10	4	2
TG-010598	179428	1600796	-0.005	1.3	0.22	31	43	<2	0.03	<0.5	1	9	6	0.9	0.12	3	0.02	91	9	0.01	1	99	92	-2	<1	5	<0.01	4	<10	5	<2
TG-010599	179425	1600795	-0.005	2.2	0.27	19	54	<2	0.03	<0.5	3	76	7	0.73	0.15	6	0.02	257	7	0.01	3	105	171	-2	<1	7	<0.01	5	<10	8	<2
TG-010600	179420	1600789	-0.005	1.4	0.25	14	101	<2	0.01	<0.5	2	7	8	0.72	0.18	9	0.01	281	16	0.01	1	101	24	-2	<1	6	<0.01	4	<10	8	<2
TG-010601	179422	1600792	-0.005	1	0.3	19	73	<2	0.02	<0.5	2	67	10	0.84	0.19	10	0.02	214	11	0.01	2	94	20	-2	<1	6	<0.01	5	<10	5	<2
TG-010602	179428	1600799	-0.005	0.7	0.41	24	60	<2	0.01	<0.5	2	58	8	0.97	0.23	10	0.02	163	8	0.01	2	97	16	-2	<1	5	<0.01	6	<10	8	2
TG-010603	179434	1600801	-0.005	0.3	0.58	21	75	<2	0.03	<0.5	<1	3	9	1.19	0.37	18	0.04	89	18	0.01	<1	130	10	-2	<1	17	<0.01	7	<10	14	2
TG-010604	179481	1600802	-0.005	0.6	0.26	26	63	<2	0.03	<0.5	2	88	12	0.98	0.16	8	0.02	192	10	0.01	3	167	39	-2	<1	12	<0.01	6	<10	11	2
TG-010605	179431	1600799	-0.005	0.7	0.26	27	80	<2	0.03	<0.5	1	9	7	0.9	0.17	10	0.02	192	5	0.01	<1	133	21	-2	<1	9	<0.01	5	<10	8	<2
TG-010606	179431	1600795	-0.005	0.8	0.31	53	48	<2	0.02	<0.5	<1	189	10	1.27	0.19	8	0.02	59	10	0.01	5	157	75	2	<1	7	<0.01	10	<10	6	2
TG-010607	179434	1600795	-0.005	0.9	0.3	17	51	<2	0.03	<0.5	3	148	7	1.03	0.16	10	0.02	139	5	0.01	4	141	27	-2	<1	9	<0.01	7	<10	4	2
TG-010608	179437	1600789	0.854	1133.2	0.31	7	42	<2	0.02	<0.5	<1	93	12	0.61	0.11	7	0.02	95	34	<0.01	3	56	26	3	<1	4	<0.01	7	37	33	3
TG-010609	179431	1600795	-0.005	2.5	0.23	19	72	<2	0.02	<0.5	3	9	9	1.18	0.12	8	0.02	136	6	0.01	<1	146	31	-2	<1	8	<0.01	6	<10	7	<2
TG-010610	179417	1600800	-0.005	5.1	0.46	107	187	<2	0.02	<0.5	<1	133	13	1.34	0.4	27	0.02	46	15	0.02	3	207	105	-2	<1	16	<0.01	6	<10	7	2
TG-010611	179417	1600802	0.01	6.4	0.26	46	67	<2	0.01	<0.5	1	151	20	0.79	0.17	6	0.02	77	15	0.02	4	157	997	-2	<1	7	<0.01	4	<10	14	<2
TG-010612	179416	1600801	-0.005	2.3	0.45	28	70	<2	0.03	<0.5	2	43	23	1.06	0.25	10	0.02	174	16	0.01	2	100	178	-2	<1	10	<0.01	5	<10	11	2
TG-010613	179439	1600781	-0.005	2.9	0.38	11	60	<2	<0.01	<0.5	<1	18	9	0.82	0.15	7	0.02	65	109	0.01	1	62	7	2	<1	5	<0.01	10	<10	7	2
TG-010614	179442	1600776	-0.005	2.2	0.4	-5	126	<2	0.02	<0.5	1	185	7	0.69	0.18	10	0.03	94	33	<0.01	5	72	9	-2	<1	6	<0.01	9	<10	5	3
TG-010615	179441	1600766	-0.005	4	0.38	12	80	<2	0.02	<0.5	<1	128	7	0.72	0.19	14	0.03	69	142	<0.01	3	90	8	8	<1	7	<0.01	9	<10	6	3
TG-010616	179444	1600759	-0.005	0.8	0.38	12	69	<2	0.02	<0.5	1	74	12	0.56	0.17	9	0.03	78	17	<0.01	3	60	5	-2	<1	5	<0.01	8	<10	7	3
TG-010617	179448	1600751	-0.005	0.3	0.39	30	51	<2	0.01	<0.5	<1	12	7	1.14	0.17	11	0.03	53	10	<0.01	<1	127	33	-2	1	7	<0.01	14	<10	6	3
TG-010618	179453	1600714	-0.005	4.9	0.35	17	47	<2	0.02	<0.5	<1	130	4	0.71	0.2	9	0.03	50	84	<0.01	4	73	3	-2	<1	5	<0.01	7	<10	3	<2
TG-010619	179453	1600710	-0.005	4.3	0.36	19	57	<2	<0.01	<0.5	<1	116	4	0.98	0.19	15	0.03	39	73	<0.01	3	95	10	-2	<1	4	<0.01	7	<10	5	2
TG-010620	179460	1600694	-0.005	1.9	0.25	21	23	<2	<0.01	<0.5	<1	68	8	1.05	0.14	11	0.02	35	37	<0.01	2	81	3	-2	<1	2	<0.01	6	<10	8	2
TG-010621	179451	1600685	-0.005	1.6	0.45	32	139	<2	0.02	<0.5	<1	6	5	1.43	0.19	5	0.03	46	12	<0.01	<1	97	2	-2	<1	8	<0.01	6	<10	5	<2
TG-010622	179455	1600684	-0.005	0.9	0.51	16	49	<2	0.03	<0.5	<1	132	4	1.17	0.21	9	0.05	40	11	0.01	3	89	-2	-2	<1	8	<0.01	8	<10	3	<2
TG-010623	179495	1600689	-0.005	0.6	0.54	18	34	<2	0.01	<0.5	<1	95	4	1.15	0.21	14	0.04	40	19	<0.01	2	141	3	-2	1	5	<0.01	14	<10	7	3
TG-010624	179455	1600663	-0.005	3.1	0.26	11	302	<2	0.01	<0.5	<1	95	8	0.67	0.16	13	0.01	57	13	<0.01	3	71	10	-2	<1	8	<0.01	5	<10	7	<2
TG-010625	179446	1600655	-0.005	0.4	0.2	8	21	<2	<0.01	<0.5	<1	14	7	0.62	0.12	4	0.01	50	3	<0.01	1	71	77	-2	<1	3	<0.01	3	<10	11	<2
TG-010626	179448	1600661	-0.005	5.6	0.34	9	51	<2	0.01	<0.5	<1	160	4	0.92	0.14	10	0.02	46	11	<0.01	4	77	38	-2	<1	4	<0.01	10	<10	6	<2
TG-010627	179370	1601550	-0.005	0.3	0.51	75	108	<2	0.01	<0.5	<1	61	3	1.65	0.29	21	0.03	32	75	0.01	2	99	8	-2	<1	9	<0.01	6	<10	16	3
TG-010628	179370	1601548	-0.005	0.3	0.77	145	166	<2	0.02	<0.5	6	26	5	2.29	0.25	22	0.04	524	34	0.01	1	200	15	-2	2	13	<0.01	12	<10	35	6
TG-010629	179372	1601544	-0.005	0.3	0.76	73	77	<2	0.03	<0.5	5	3	4	1.4	0.27	21	0.04	368	32	0.01	<1	104	10	-2	2	10	<0.01	7	<10	29	7
TG-010630	179389	1601517	-0.005	0.6	0.54	32	73	<2	0.02	<0.5	1	87	6	1.13	0.38	25	0.03	118	26	<0.01	2	113	21	-2	<1	12	<0.01	6	<10	11	3
TG-010631	179374	1601550	-0.005	0.2	0.47	42	53	<2	0.02	<0.5	1	63	3	0.96	0.27	22	0.02	71	48	0.01	2	89	5	-2	<1	8	<0.01	6	<10	9	3
TG-010632	179374	1601549</																													

ID SAMPLE	UTM-E	UTM-N	Au ppm	Ag ppm	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdeum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Scandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Tungsten	Zinc	Zirconio
TG-011918	179712.9	1600888	-0.005	0.2	0.37	36	43	<2	<0.01	<0.5	<1	4	3	1.31	0.16	21	0.01	30	27	0.01	<1	114	6	-2	<1	3	<0.01	7	<10	6	2
TG-011919	179714	1600892	-0.005	-0.1	0.41	19	140	<2	<0.01	<0.5	<1	164	5	0.93	0.19	19	0.02	61	21	0.01	3	144	9	5	<1	11	<0.01	6	<10	7	3
TG-011920	179552	1601961	-0.005	0.1	0.65	14	140	<2	0.01	<0.5	6	92	2	0.97	0.07	3	0.03	933	2	<0.01	2	136	13	-2	1	4	<0.01	24	<10	15	7
TG-011921	179553.9	1601958	-0.005	3	0.22	291	574	<2	<0.01	<0.5	<1	16	4	2.28	0.01	2	0.02	105	26	<0.01	<1	150	16	3	2	52	<0.01	18	<10	15	3
TG-011923	180081.6	1601941	-0.005	-0.1	0.23	35	30	<2	<0.01	<0.5	<1	18	2	0.89	0.01	<2	0.02	85	19	<0.01	<1	131	7	-2	<1	2	<0.01	10	<10	7	3
TG-013004	182380.5	1599620	-0.005	-0.3	0.11	-5	34	<2	<0.01	<0.5	<1	45	4	0.66	<0.01	<2	<0.01	74	<1	<0.01	1	112	7	-2	<1	2	<0.01	7	<10	5	<2
TG-013044	179731	1600736	-0.005	1.5	0.24	28	126	<2	<0.01	<0.5	<1	13	23	1.4	0.06	29	0.02	62	223	0.01	<1	132	34	17	<1	4	<0.01	8	<10	8	5
TG-013045	179716	1600766	-0.005	0.2	0.32	9	25	<2	0.01	<0.5	<1	175	3	0.52	0.1	8	0.01	33	7	0.01	4	44	11	3	<1	2	<0.01	4	<10	4	<2
TG-013046	179667	1600809	-0.005	1.1	0.4	19	261	<2	<0.01	<0.5	<1	122	5	0.82	0.13	17	0.01	20	8	0.03	3	55	10	4	<1	7	<0.01	3	<10	5	2
TG-013047	179632	1600890	-0.005	-0.1	0.41	19	37	<2	0.02	<0.5	<1	51	5	0.82	0.13	14	0.03	30	19	0.01	2	55	8	-2	<1	3	<0.01	5	<10	8	3
TG-013048	179648	1600889	-0.005	-0.1	0.48	30	55	<2	<0.01	<0.5	<1	8	4	1.22	0.11	20	0.02	40	26	0.01	<1	74	9	-2	<1	3	<0.01	8	<10	5	4
TG-013049	179601	1600953	-0.005	0.1	0.49	21	32	<2	0.02	<0.5	<1	136	2	0.77	0.17	19	0.02	31	27	0.01	3	58	4	-2	<1	4	<0.01	4	<10	-2	3
TG-013050	179591	1600961	-0.005	0.1	0.51	18	56	<2	0.02	<0.5	<1	123	3	0.71	0.16	16	0.02	33	23	0.01	3	65	7	4	<1	4	<0.01	7	<10	8	3
TG-013052	179632	1600988	-0.005	-0.1	0.4	15	47	<2	<0.01	<0.5	<1	9	6	0.9	0.11	10	0.01	32	15	0.01	<1	38	4	-2	<1	2	<0.01	10	<10	8	4
TG-013053	179641	1600980	-0.005	0.1	0.38	17	56	<2	<0.01	<0.5	<1	9	5	0.93	0.1	8	0.02	45	22	0.01	<1	44	5	-2	<1	2	<0.01	9	<10	4	3
TG-013054	179585	1600938	-0.005	0.3	0.2	10	180	<2	<0.01	<0.5	<1	98	4	0.51	0.05	4	0.01	42	13	0.01	3	52	8	3	<1	4	<0.01	2	<10	7	<2
TG-013054	179571	1601007	-0.005	0.2	0.52	19	36	<2	<0.01	<0.5	<1	145	3	0.84	0.16	13	0.02	36	27	0.01	3	51	5	4	<1	3	<0.01	7	<10	-2	3
TG-013056	179547	1601011	-0.005	-0.1	0.53	31	48	<2	<0.01	<0.5	<1	89	3	0.83	0.17	21	0.02	42	8	0.01	2	104	5	2	<1	4	<0.01	8	<10	2	3
TG-013057	179754	1600806	-0.005	0.1	0.82	28	36	2	<0.01	<0.5	<1	2	18	1.14	0.13	21	0.02	13	3	0.01	<1	50	9	-2	2	3	<0.01	4	<10	6	2
TG-013058	179757	1600810	0.017	0.2	1.65	47	89	<2	<0.01	<0.5	<1	9	20	2.04	0.15	35	0.05	12	11	0.01	<1	67	19	-2	4	7	<0.01	10	<10	7	6
TG-013059	179757	1600812	0.007	0.2	1.26	38	106	<2	<0.01	<0.5	<1	39	21	2.29	0.19	32	0.04	12	12	0.01	1	78	28	-2	2	6	<0.01	8	<10	5	4
TG-013060	179761	1600812	0.006	0.3	0.85	49	92	<2	<0.01	<0.5	<1	49	18	1.36	0.21	29	0.03	16	7	0.01	1	76	18	-2	1	7	<0.01	7	<10	4	3
TG-013061	179756	1600810	-0.005	-0.1	1.22	28	87	<2	<0.01	<0.5	<1	2	11	1.48	0.17	34	0.04	12	6	0.01	<1	62	18	-2	2	8	<0.01	9	<10	4	5
TG-013062	179756	1600810	-0.005	-0.1	1.16	86	44	<2	<0.01	<0.5	<1	27	16	1.66	0.17	30	0.03	16	10	0.01	1	75	16	2	2	5	<0.01	10	<10	4	8
TG-013063	179754	1600811	-0.005	-0.1	0.98	29	38	<2	<0.01	<0.5	<1	62	13	1.1	0.21	32	0.03	17	5	0.01	1	52	13	-2	1	5	<0.01	6	<10	3	5
TG-013064	179751	1600812	0.023	-0.1	1.12	29	54	<2	<0.01	<0.5	<1	42	16	1.58	0.2	36	0.04	13	7	0.01	1	58	16	-2	2	7	<0.01	8	<10	5	5
TG-013065	179748	1600812	-0.005	0.1	1.38	21	65	3	<0.01	<0.5	<1	55	18	1.6	0.17	40	0.04	14	3	0.01	2	73	22	-2	2	8	<0.01	13	<10	6	7
TG-013066	179749	1600815	0.007	0.4	1.38	18	86	<2	<0.01	<0.5	<1	33	8	1.35	0.12	40	0.04	35	4	0.01	1	55	18	-2	2	8	0.01	18	<10	9	9
TG-013067	179748	1600814	-0.005	-0.1	0.87	15	53	<2	<0.01	<0.5	<1	2	16	1.12	0.18	28	0.02	15	3	0.01	<1	49	13	-2	2	5	<0.01	7	<10	7	4
TG-013068	179746	1600812	-0.005	0.2	1.02	12	42	<2	<0.01	<0.5	<1	36	22	1.31	0.2	23	0.02	15	3	0.01	1	50	24	-2	2	5	<0.01	6	<10	5	3
TG-013069	179740	1600809	-0.005	0.4	1.26	23	47	<2	<0.01	<0.5	<1	64	22	1.56	0.24	25	0.02	21	3	0.01	2	58	14	-2	2	6	<0.01	7	<10	4	3
TG-013070	179740	1600810	-0.005	0.3	1.06	26	37	<2	<0.01	<0.5	<1	45	25	1.23	0.21	25	0.02	13	6	0.01	1	55	27	-2	2	4	<0.01	5	<10	10	3
TG-013071	179738	1600813	-0.005	0.2	1.47	16	47	<2	<0.01	<0.5	<1	2	25	1.46	0.18	25	0.02	10	4	0.01	<1	57	17	-2	3	5	<0.01	10	<10	8	5
TG-013072	179732	1600818	-0.005	-0.1	1.39	13	38	<2	<0.01	<0.5	<1	15	27	1.37	0.18	24	0.02	8	4	0.01	<1	47	16	-2	3	4	<0.01	8	<10	6	4
TG-013073	179732	1600818	-0.005	0.2	1.8	16	42	<2	<0.01	<0.5	<1	18	34	1.53	0.15	26	0.02	8	5	0.01	<1	58	15	-2	4	4	<0.01	9	<10	6	6
TG-013074	179730	1600819	-0.005	0.2	1.47	30	46	<2	<0.01	<0.5	<1	17	45	1.99	0.11	22	0.02	7	7	0.01	<1	59	17	-2	4	4	<0.01	10	<10	5	7
TG-013075	179729	1600818	0.007	-0.1	1.6	23	63	<2	<0.01	<0.5	<1	3	16	1.62	0.1	21	0.03	9	7	0.01	<1	60	21	-2	4	8	<0.01	18	<10	7	12
TG-013076	179728	1600820	-0.005	0.5	1.12	34	49	<2	<0.01	<0.5	<1	28	18	1.41	0.15	21	0.02	13	24	0.01	1	56	19	-2	2	7	<0.01	15	<10	4	7
TG-013077	179715	1600899	-0.005	0.1	1.29	43	123	<2	<0.01	<0.5	<1	2	9	1.35	0.13	35	0.03	18	27	0.01	<1	108	22	-2	2	6	<0.01	8	<10	10	5
TG-013078	179715	1600898	-0.005	0.2	0.76	22	179	<2	<0.01	<0.5	<1	26	6	0.93	0.2	36	0.04	27	26	0.01	1	86	12	-2	1	6	<0.01	6	<10	5	4
TG-013079	179717	1600901	-0.005	0.3	1.03	26	131	<2	<0.01	<0.5	<1	56	5	1.07	0.24	36	0.04	23	21	0.01	2	106	14	3	2	7	<0.01	8	<10	5	5
TG-013080	179717	1600903	-0.005	0.2	0.88	31	109	<2	<0.01	<0.5	<1	46	6	1.25	0.2	33	0.03	23	21	0.01	1	123	14	-2	1	6	<0.01	9	<10	6	5
TG-013081	179716	1600903	-0.005	0.1	0.65	28	149	<2	<0.01	<0.5	<1	3	6	1.38	0.23	30	0.03	37	19	0.01	<1	173	18	-2	1	12	<0.01	8	<10	8	4
TG-013082	179716	1600899	-0.005	0.2	0.66	43	96	<2	<0.01	<0.5	<1	60	10	1.41	0.23	29	0.03	38	88	0.01	2	129	16	4	1	7	<0.01	9	<10	10	4
TG-013083	179710	1600896	-0.005	0.2	0.53	28	94	<2	<0.01	<0.5	<1	189	6	1.22	0.19	26	0.02	52	43	0.01	4	80	13	5	<1	9	<0.01	6	<10	4	3
TG-013084	179718	1600																													

ID SAMPLE	UTM-E	UTM-N	Au ppm	Ag ppm	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdeum	Sodium	Nickel	hosphorous	Lead	Antimony	Scandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Tungsten	Zinc	Zirconio
TG-013109	179482	1601123	-0.005	-0.1	0.36	49	45	<2	<0.01	<0.5	<1	154	3	0.7	0.16	14	0.02	34	54	0.01	3	53	6	4	<1	3	<0.01	3	<10	-2	<2
TG-013110	179483	1601127	-0.005	0.2	0.41	80	129	<2	0.01	<0.5	1	109	2	0.95	0.19	21	0.02	187	26	0.01	2	102	15	3	<1	5	<0.01	4	<10	-2	<2
TG-013111	179486	1601128	-0.005	0.2	0.29	60	84	<2	<0.01	<0.5	<1	11	5	0.98	0.14	16	0.02	90	22	<0.01	<1	73	7	-2	<1	4	<0.01	2	<10	4	<2
TG-013112	179485	1601128	-0.005	0.5	0.46	76	139	<2	<0.01	<0.5	2	72	4	1.11	0.15	21	0.02	148	41	0.01	2	76	8	-2	<1	4	<0.01	3	<10	2	2
TG-013113	179485	1601128	-0.005	0.2	0.34	47	63	<2	<0.01	<0.5	5	179	3	0.82	0.14	15	0.02	310	76	0.01	4	55	6	4	<1	3	<0.01	2	<10	-2	<2
TG-013114	179974	1601132	-0.005	0.5	1.11	91	121	<2	<0.01	<0.5	3	72	10	1.3	0.12	22	0.03	286	42	0.01	2	135	15	-2	1	5	<0.01	10	<10	6	5

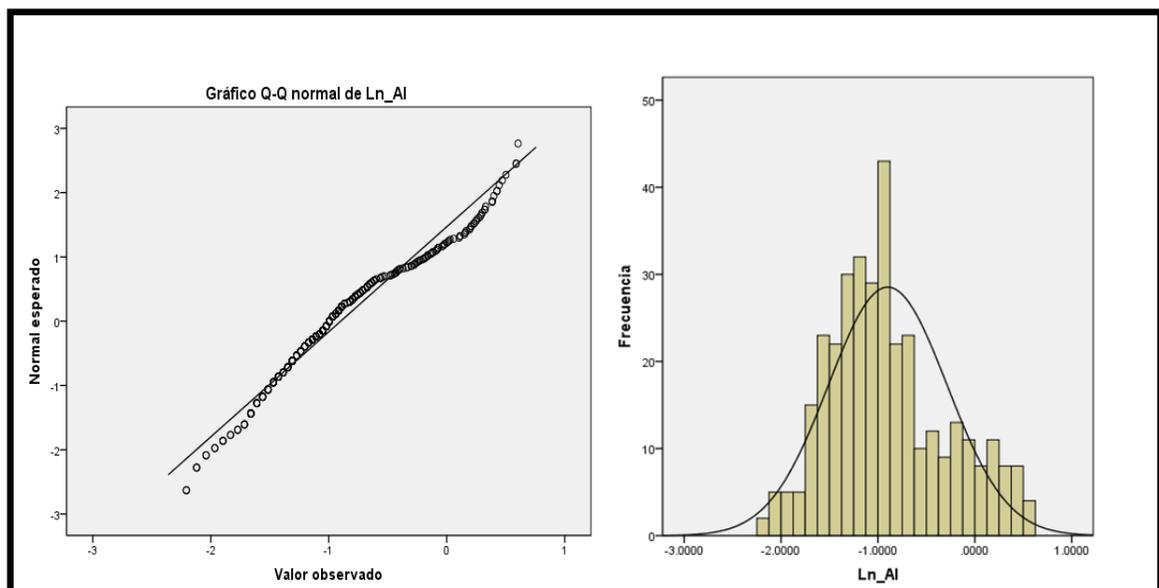
Observación: los elementos Boro, Mercurio y Talio fueron descartados de esta tabla por no presentar ningún valor por encima del limite inferior de detección en el ensayo.

ANEXO 2**CARÁCTERÍSTICAS GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICAS DE ELEMENTOS CON
ANOMALÍAS NO SIGNIFICATIVAS EN MUESTRAS DE ROCA**

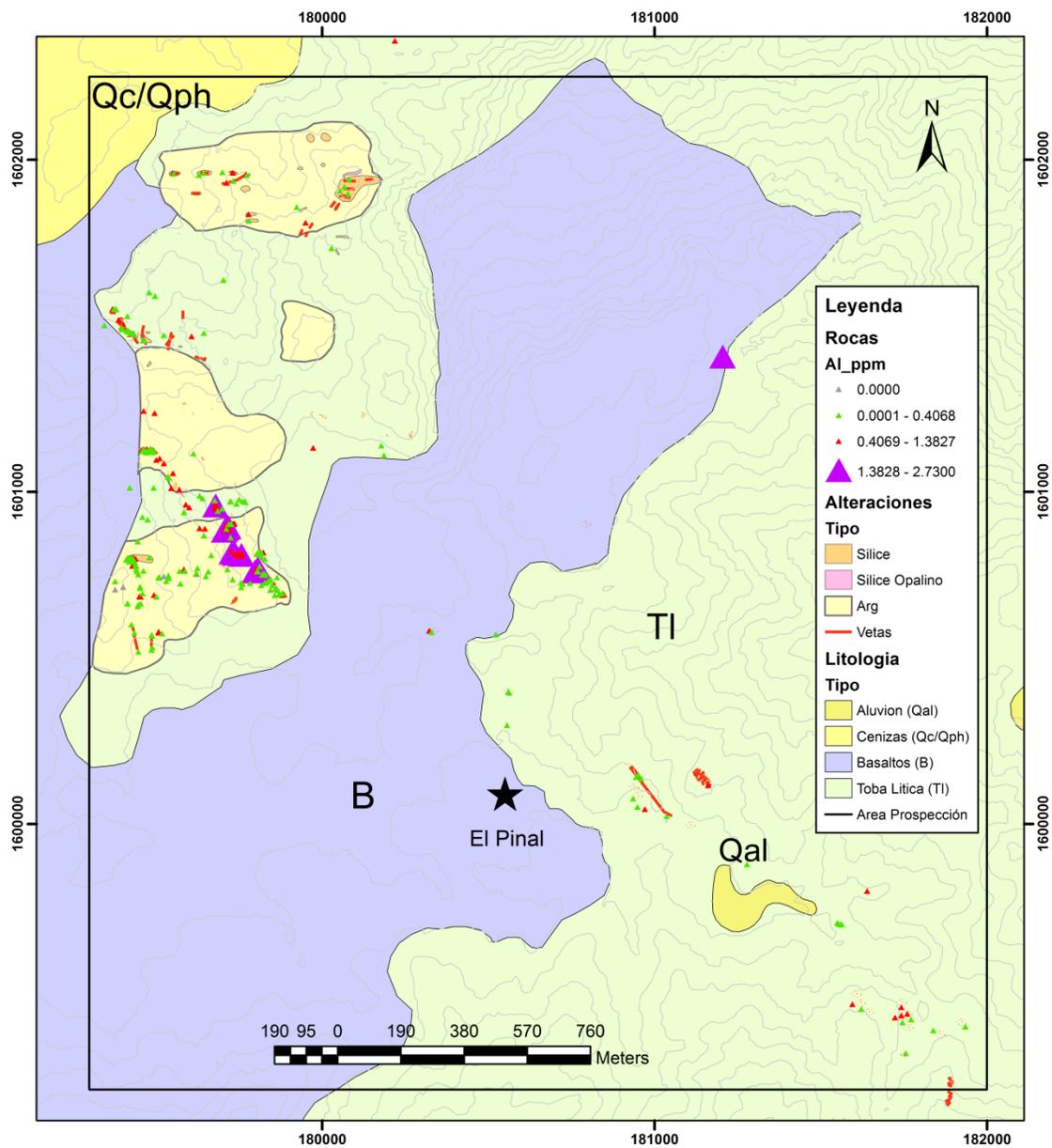
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL AI EN MUESTRAS DE ROCA

Escala	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-0,899238	0,611666	0,324094	-2,2073	1,0043	350	6	356
ppm	0,4068		1,3827	0,1	2,73			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA AI EN MUESTRAS DE ROCA



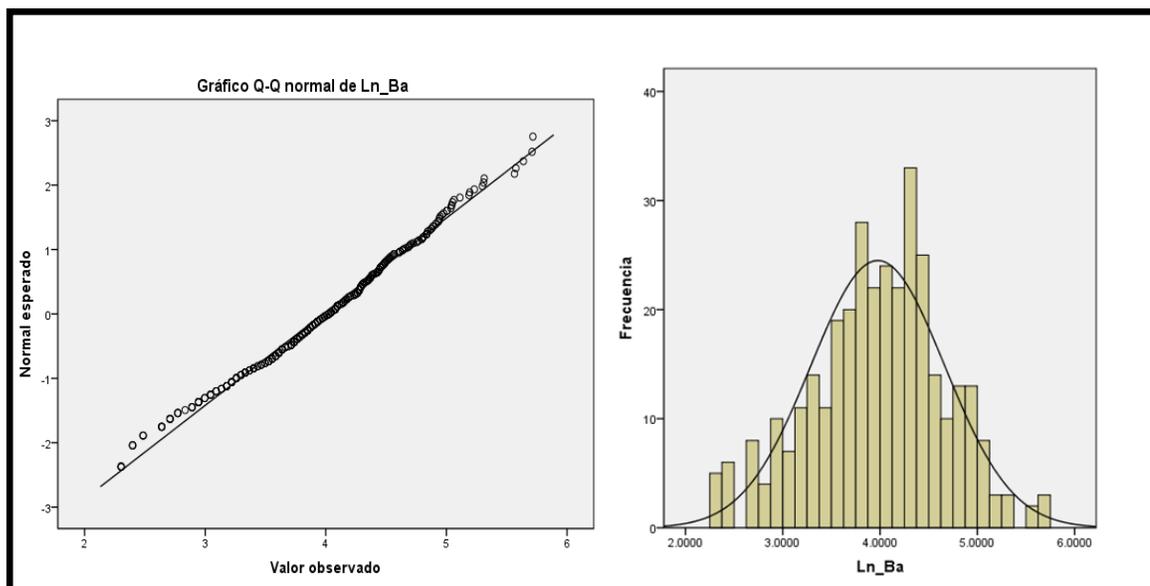
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE AI EN MUESTRAS DE ROCA



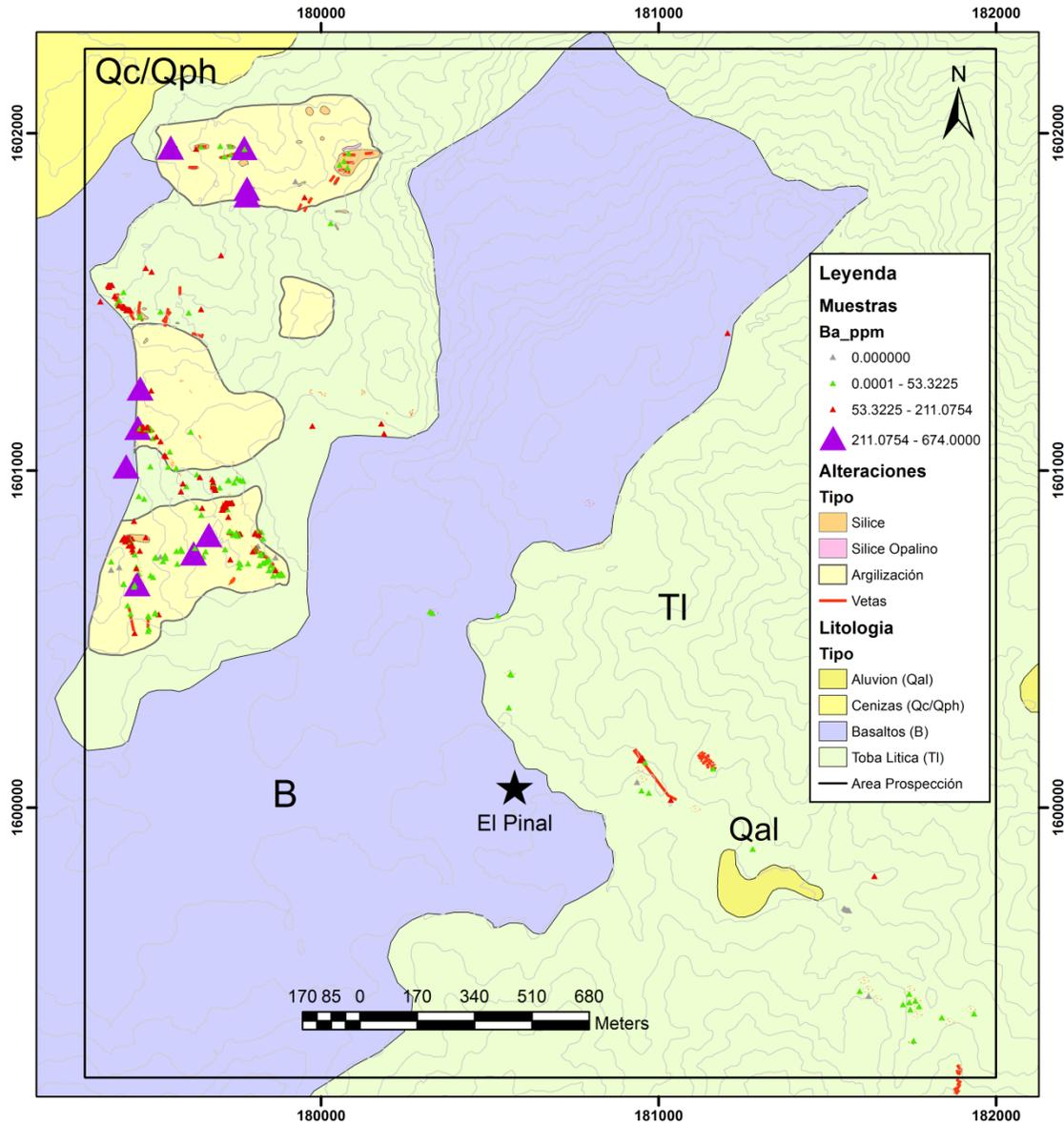
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Ba EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	3,97636	0,6879277	5,3522154	2,3026	6,5132	338	18	356
ppm	53,3225		211,0754	10	674			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ba EN MUESTRAS DE ROCA



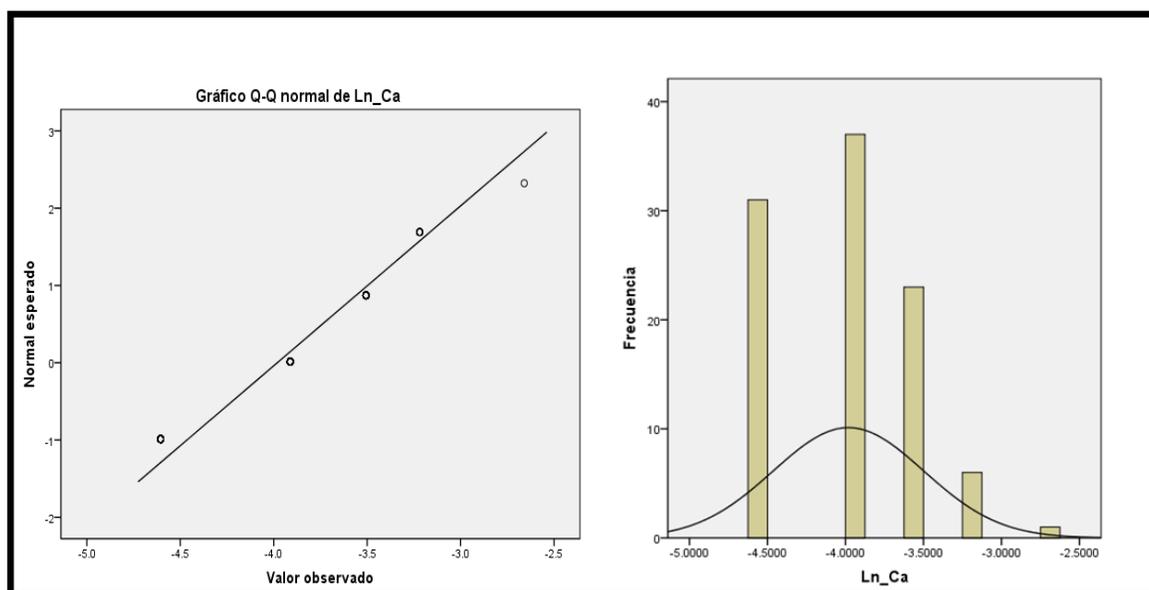
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Ba EN MUESTRAS DE ROCA



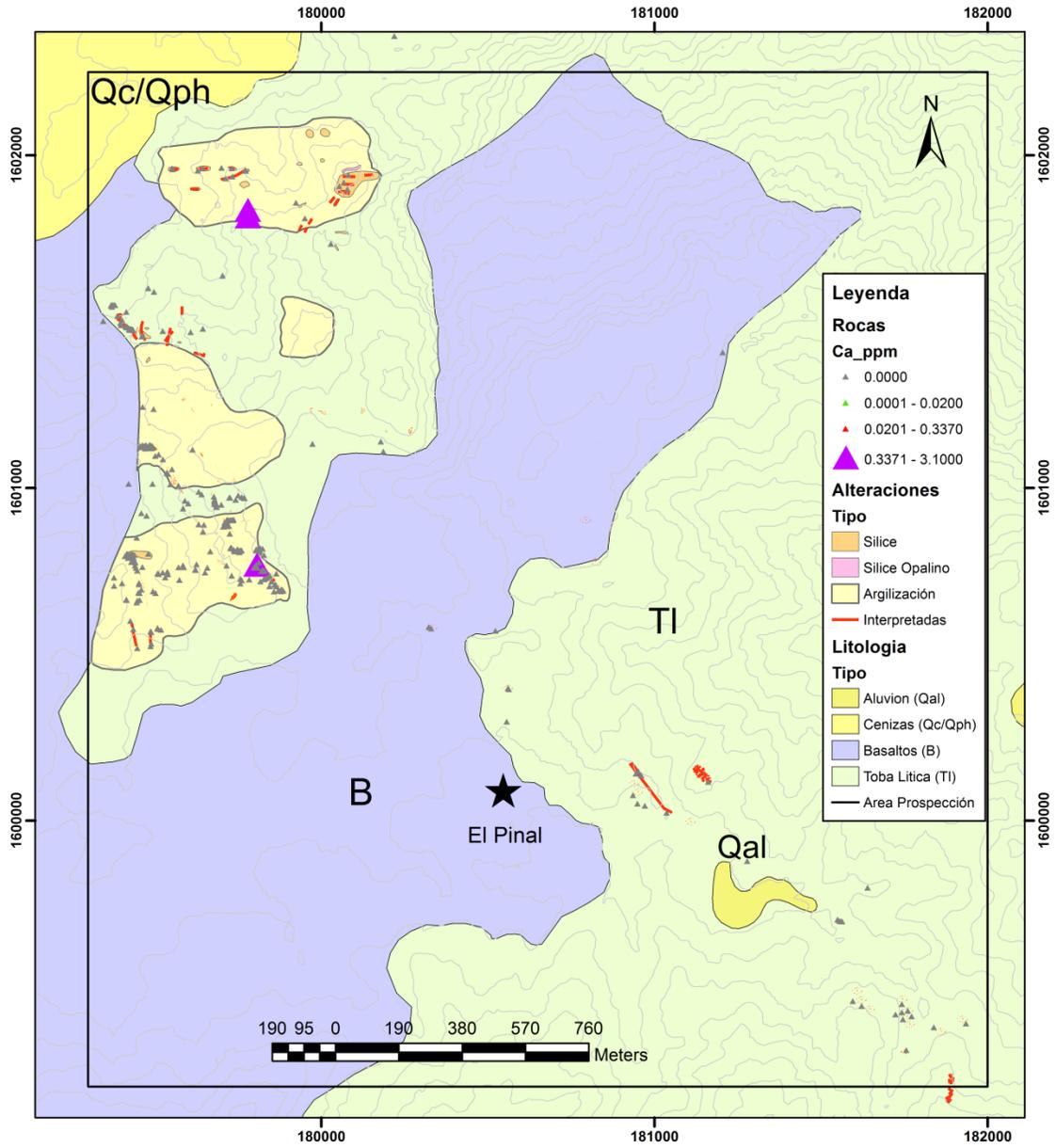
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Ca EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-3,980903	0,4833	0,9908942	-4,6052	0,6931	106	250	356
ppm	0,01866		0,04908	0,001	2			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ca EN MUESTRAS DE ROCA



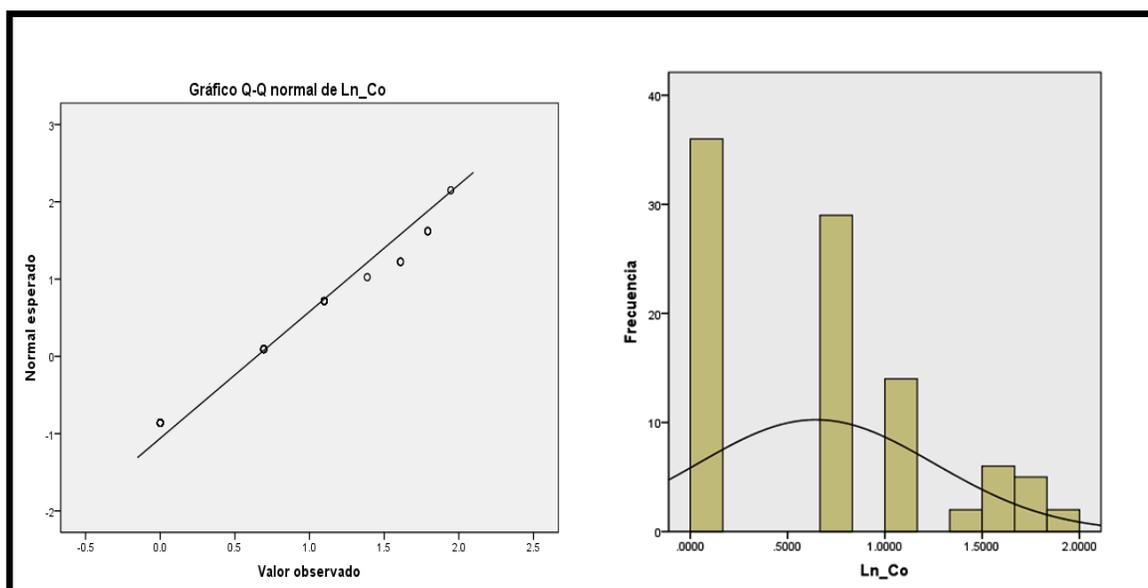
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Ca EN MUESTRAS DE ROCA



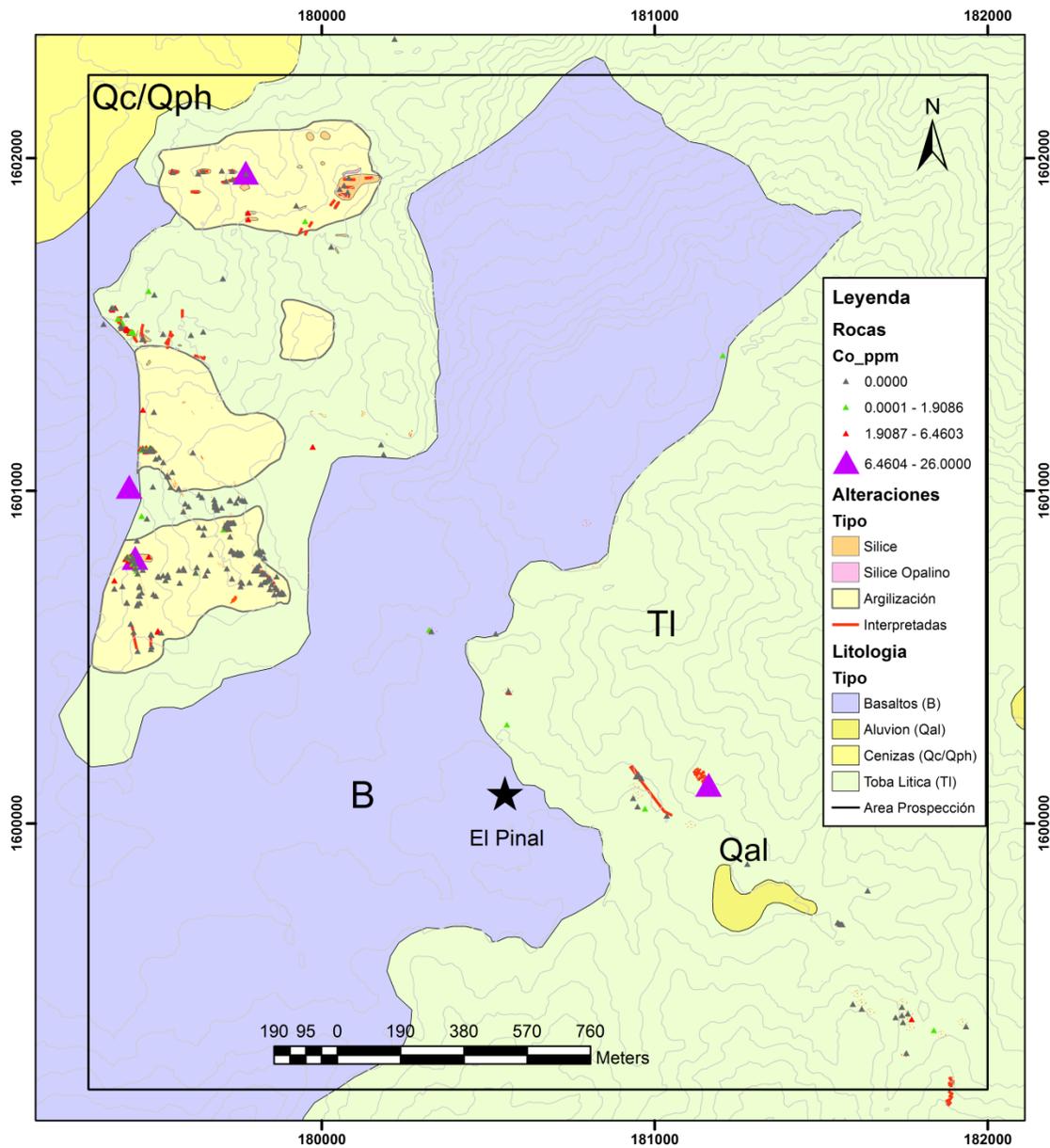
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Co EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	0,646401	0,6096406	1,8656	0	1,9459	94	262	356
ppm	1,9086		6,4603	1	26			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Co EN MUESTRAS DE ROCA



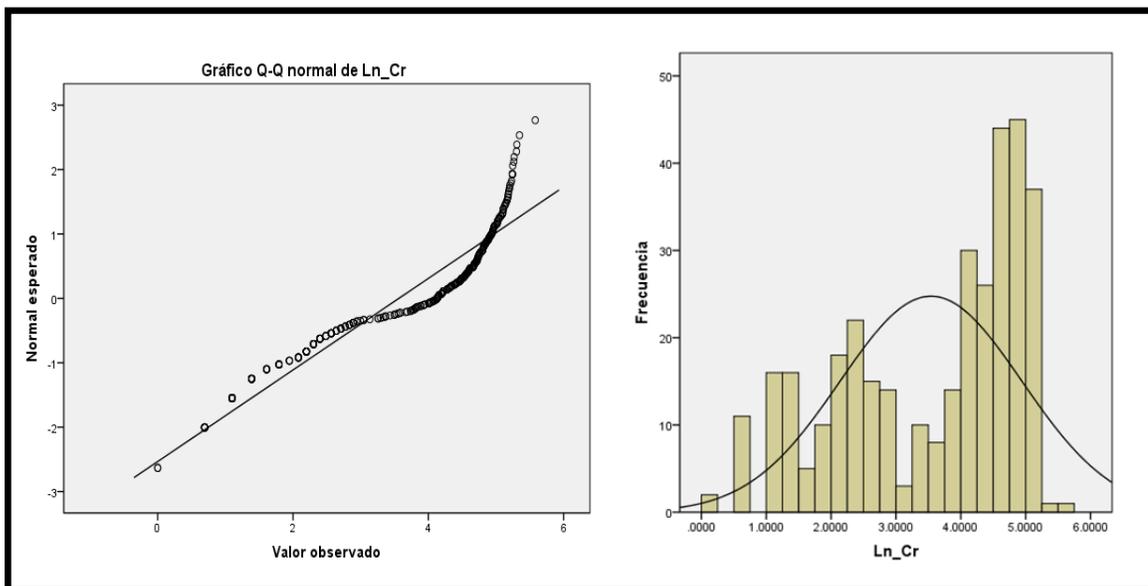
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Co EN MUESTRAS DE ROCA



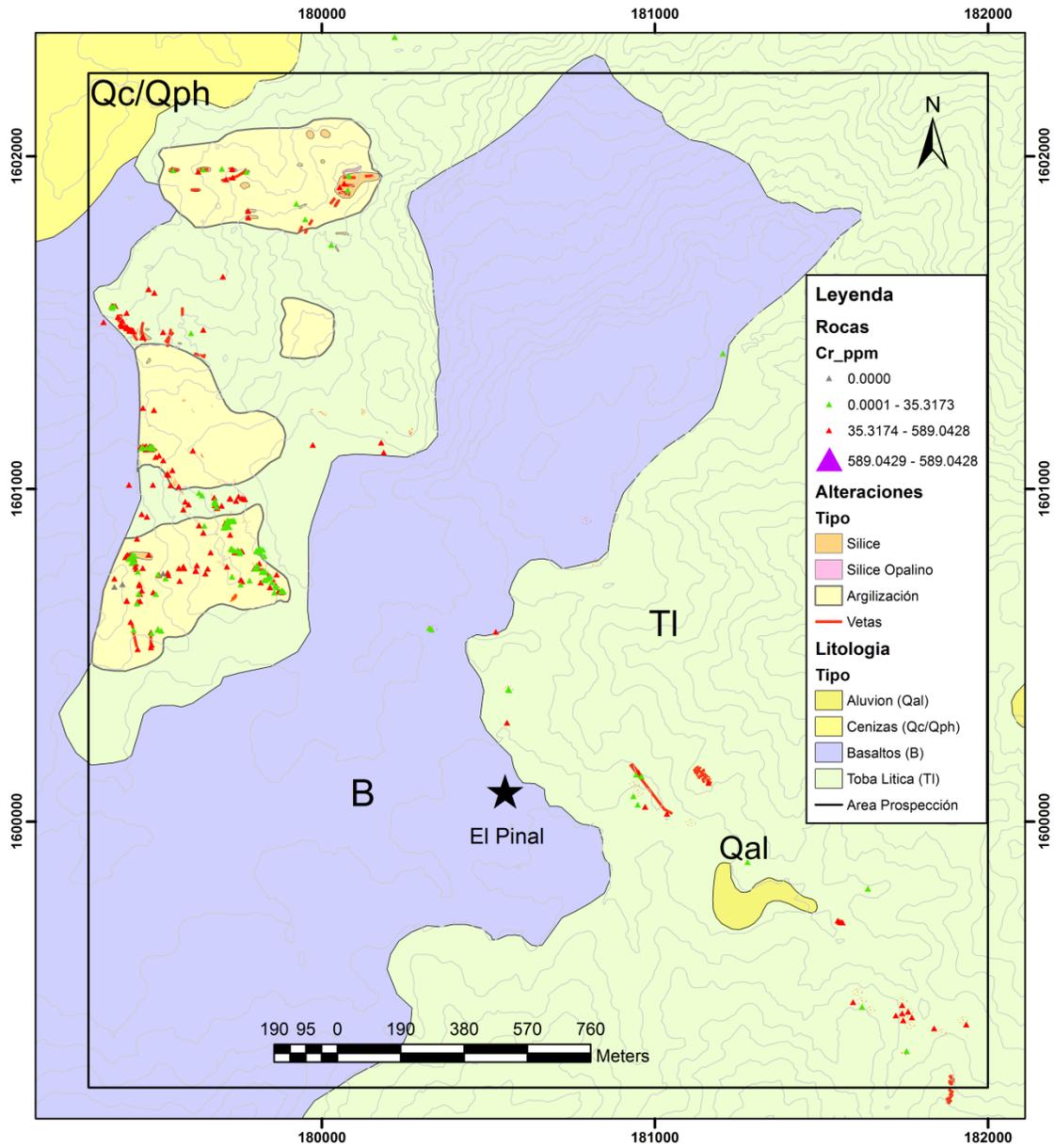
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Cr EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	3,5644	1,4071	6,37850	0	5,5797	347	9	356
ppm	35,3173		589,0428	1	265			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Cr EN MUESTRAS DE ROCA



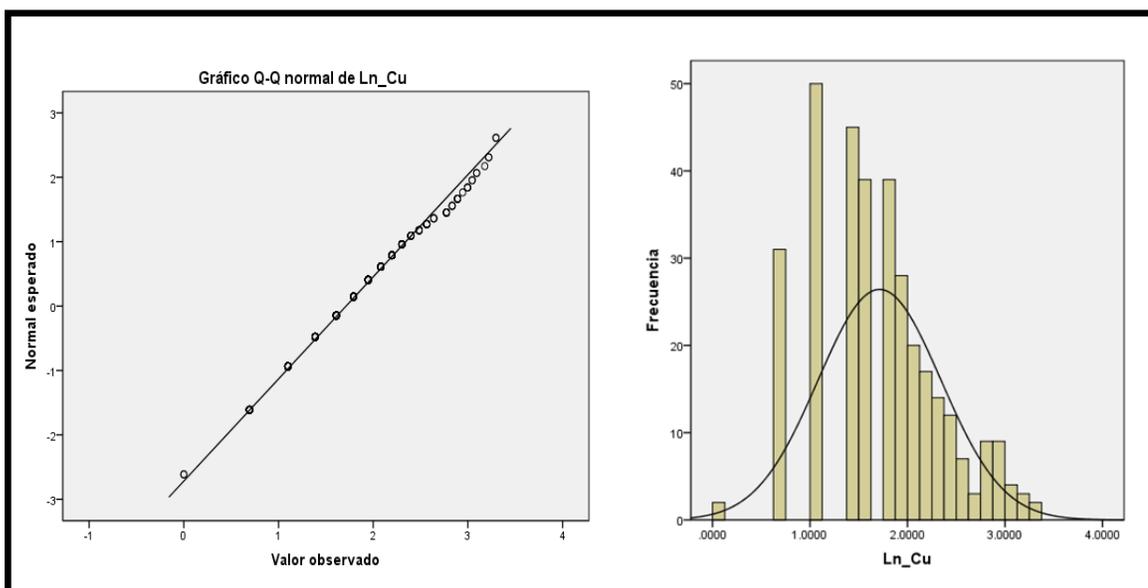
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Cr EN MUESTRAS DE ROCA



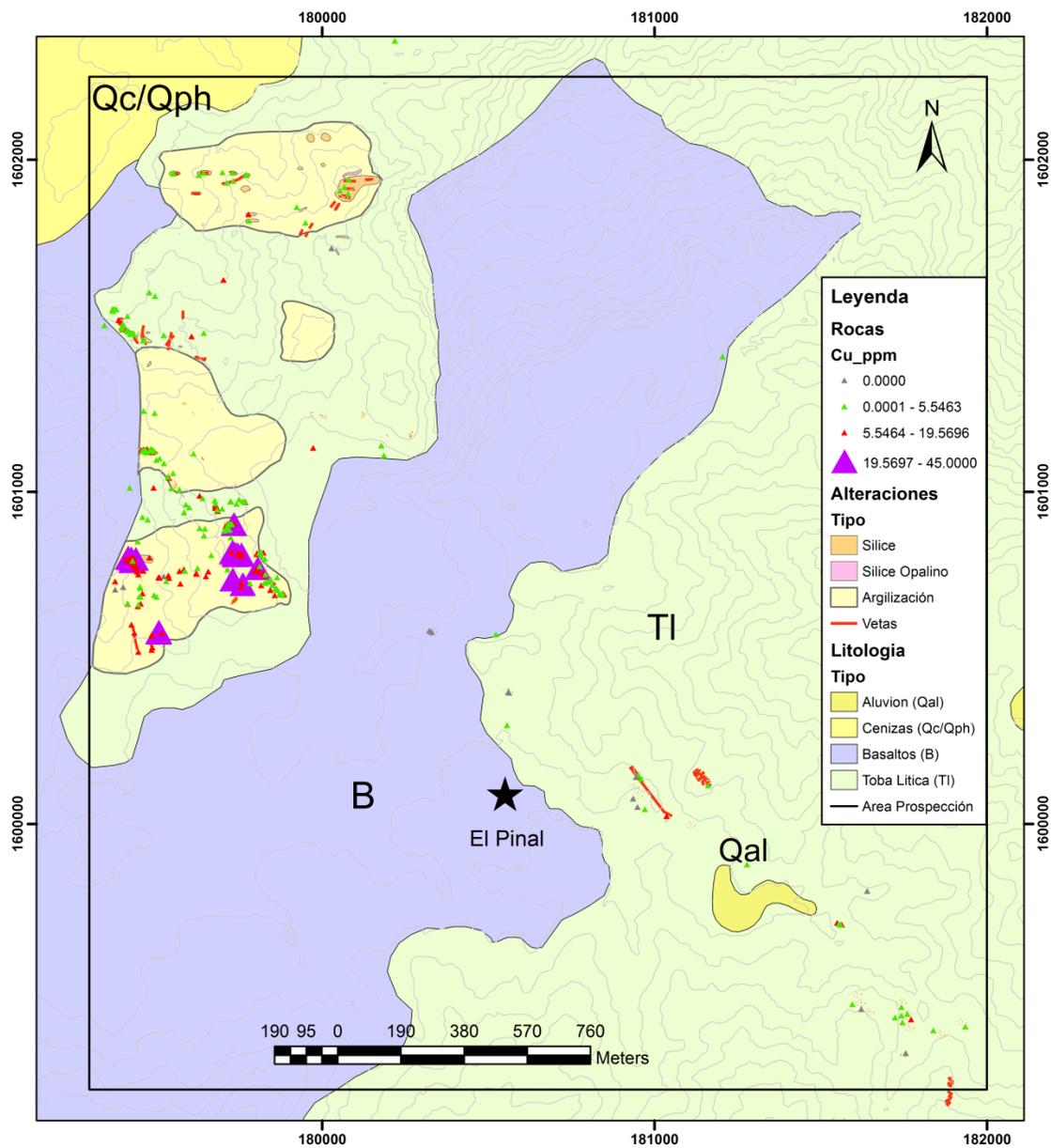
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Cu EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,71314	0,6304	2,9740	0	3,4012	334	22	356
ppm	5,5463		19,5696	1	30			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Cu EN MUESTRAS DE ROCA



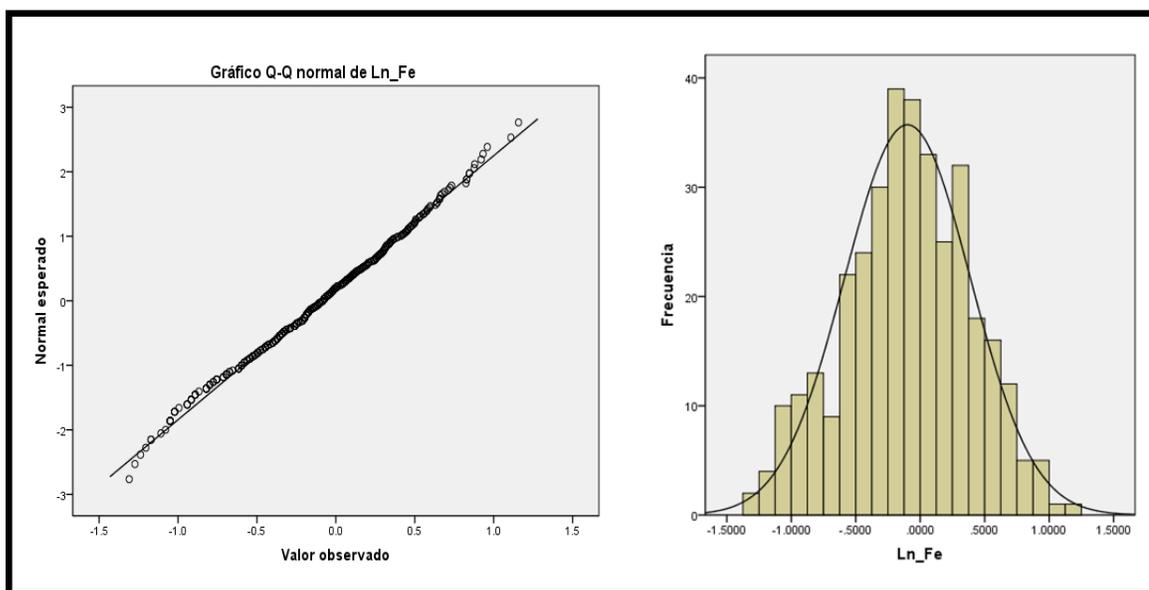
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Cu EN MUESTRAS DE ROCA



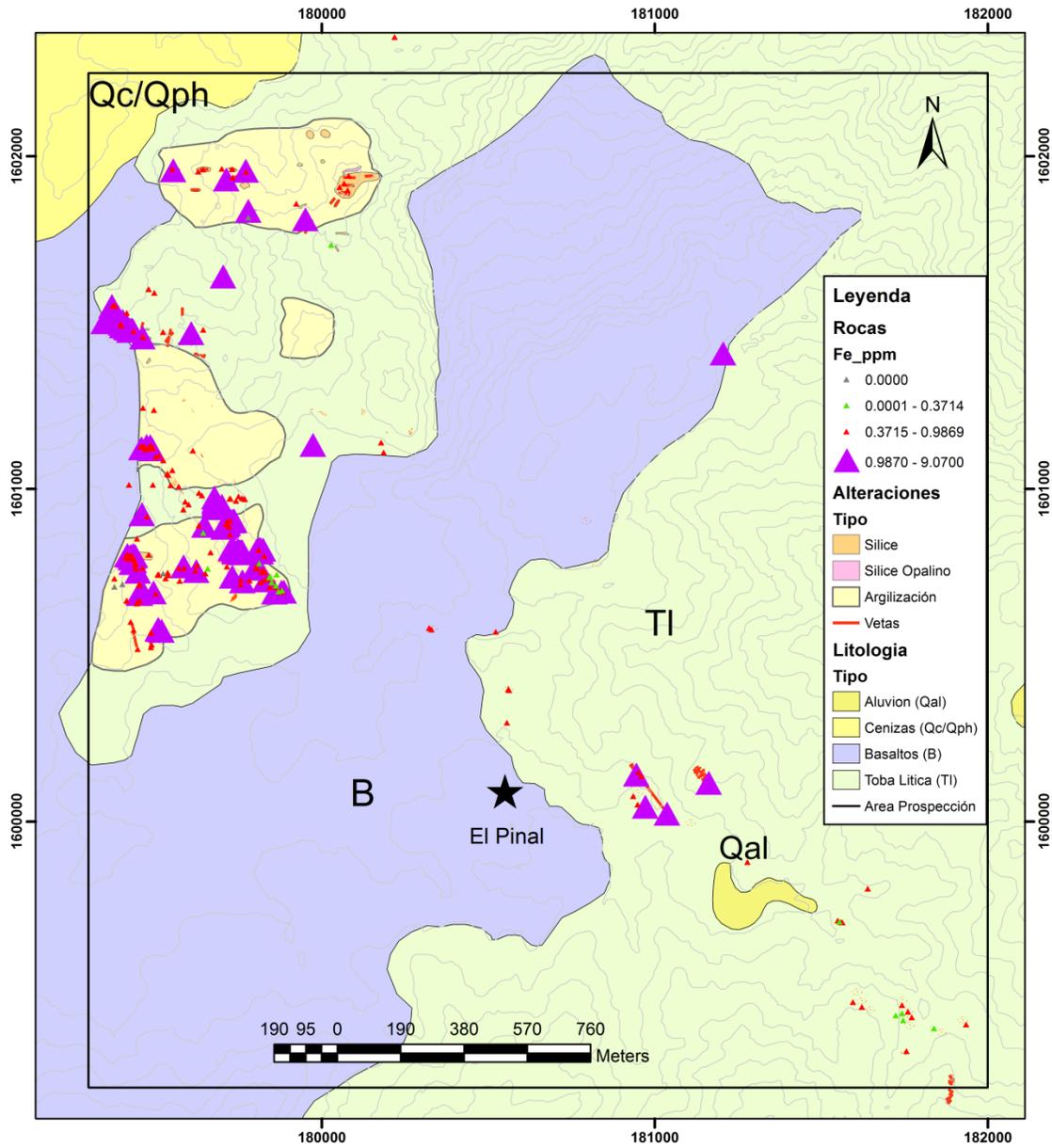
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Fe EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-0,099049	0,4886705	-0,013149	-1,3093	2,2049	350	6	356
ppm	0,3714		0,9869	0,27	9,07			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Fe EN MUESTRAS DE ROCA



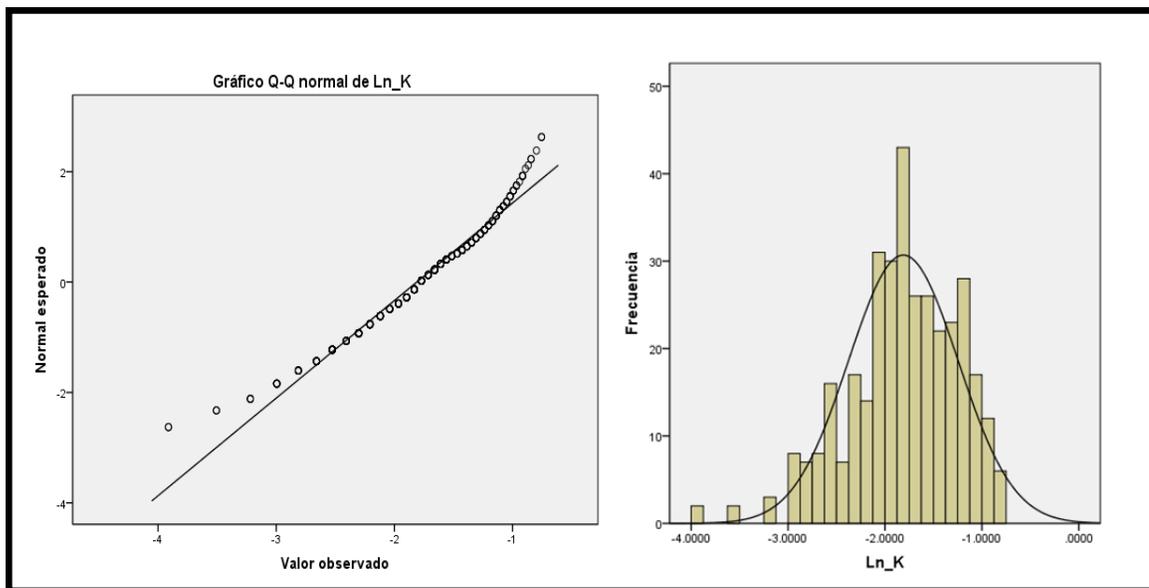
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Fe EN MUESTRAS DE ROCA



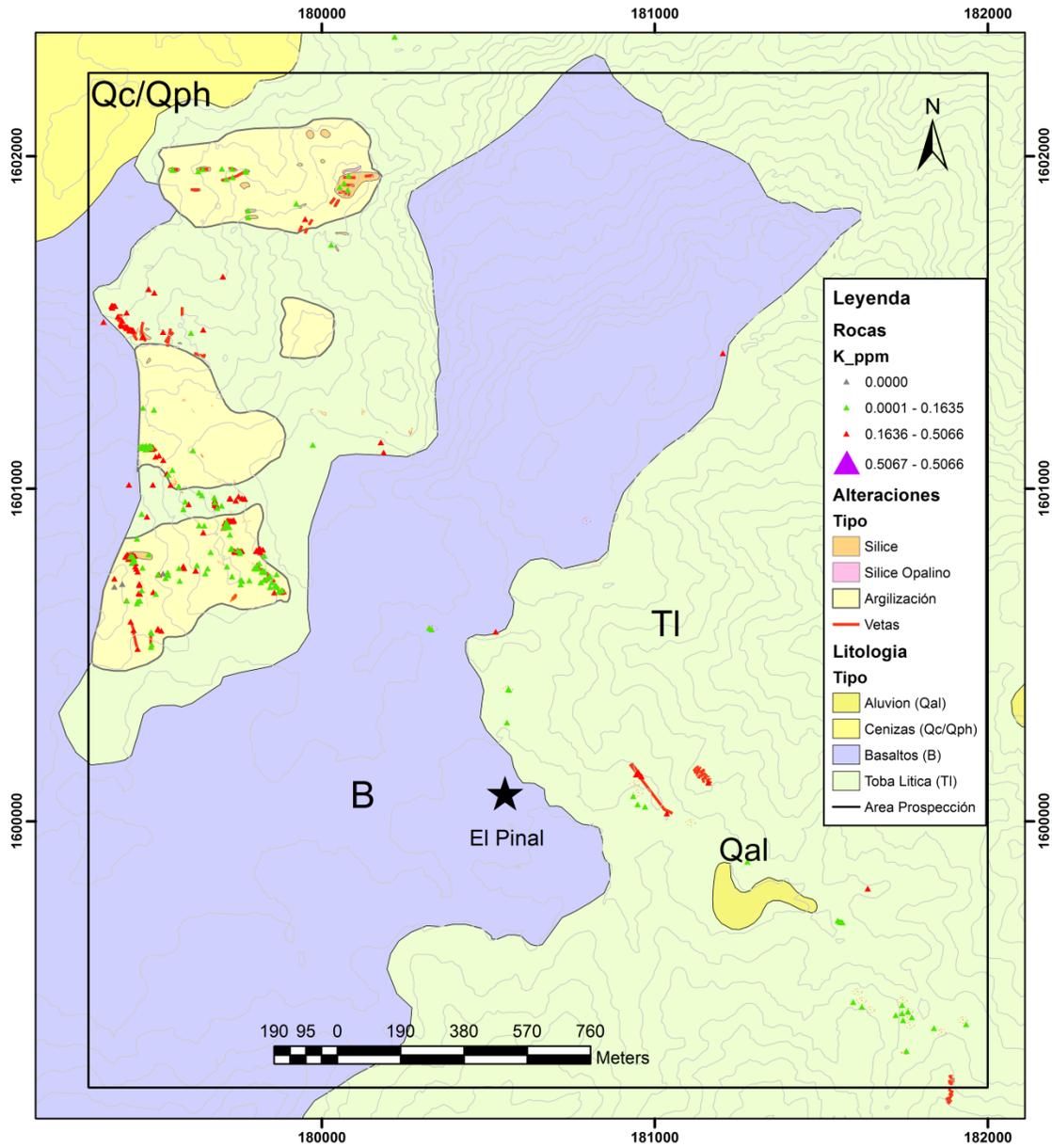
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL K EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-1,8110	0,5655	-0,68	-3,9120	-0,755	352	4	356
ppm	0,1635		0,5066	0,02	0,47			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA K EN MUESTRAS DE ROCA



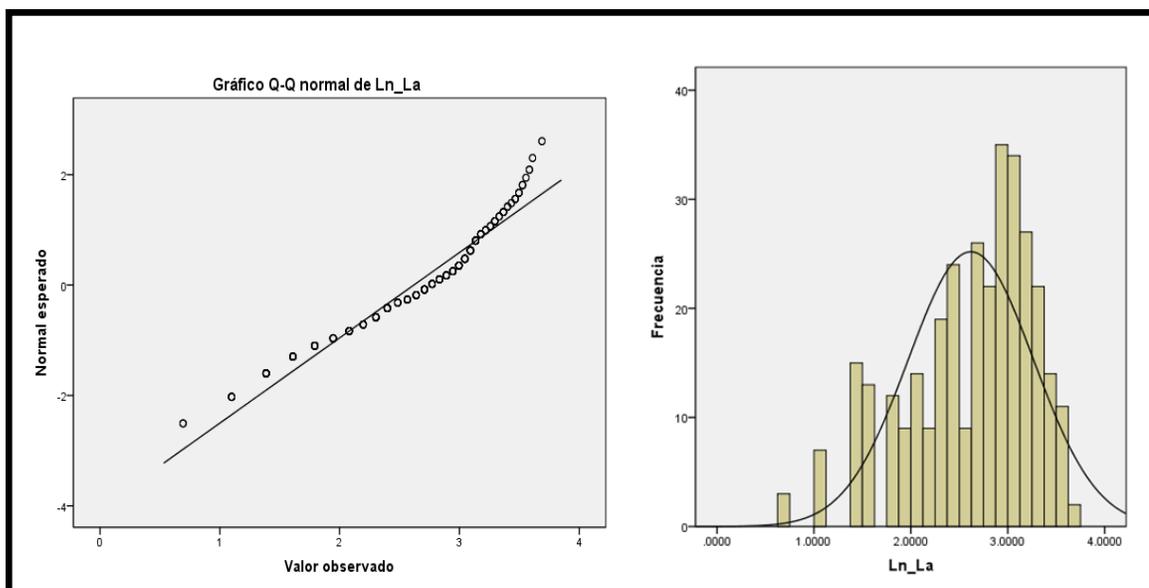
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE K EN MUESTRAS DE ROCA



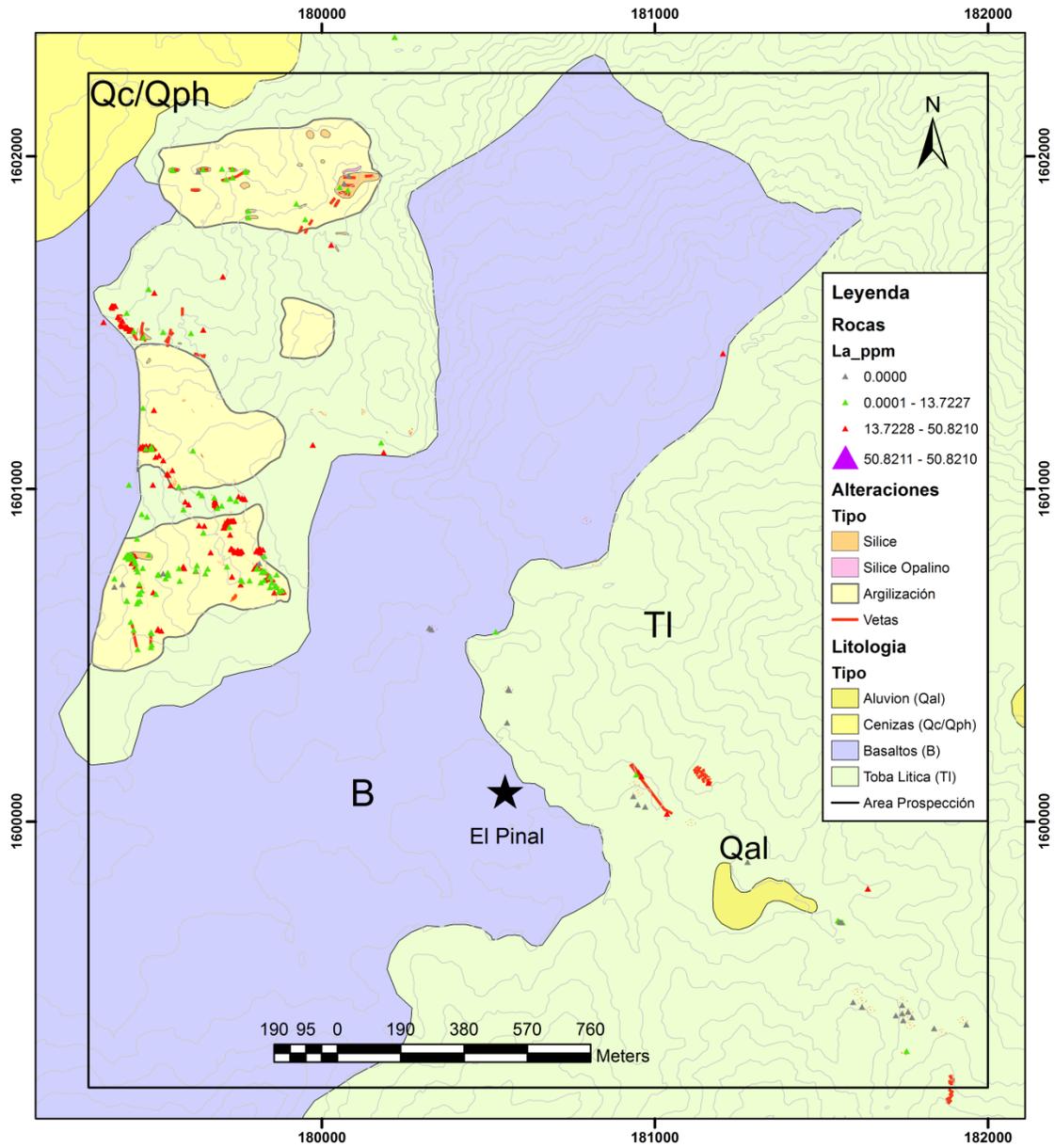
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL La EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,619055	0,6473048	3,9136	,6931	3,6889	327	29	356
ppm	13,7227		50,0821	2	40			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA La EN MUESTRAS DE ROCA



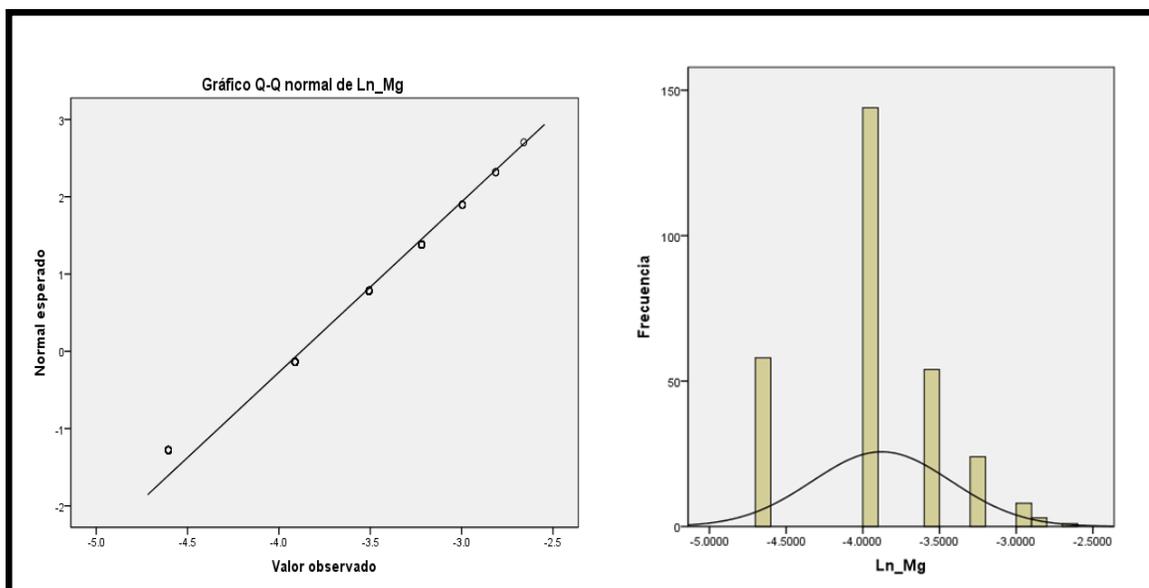
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE La EN MUESTRAS DE ROCA



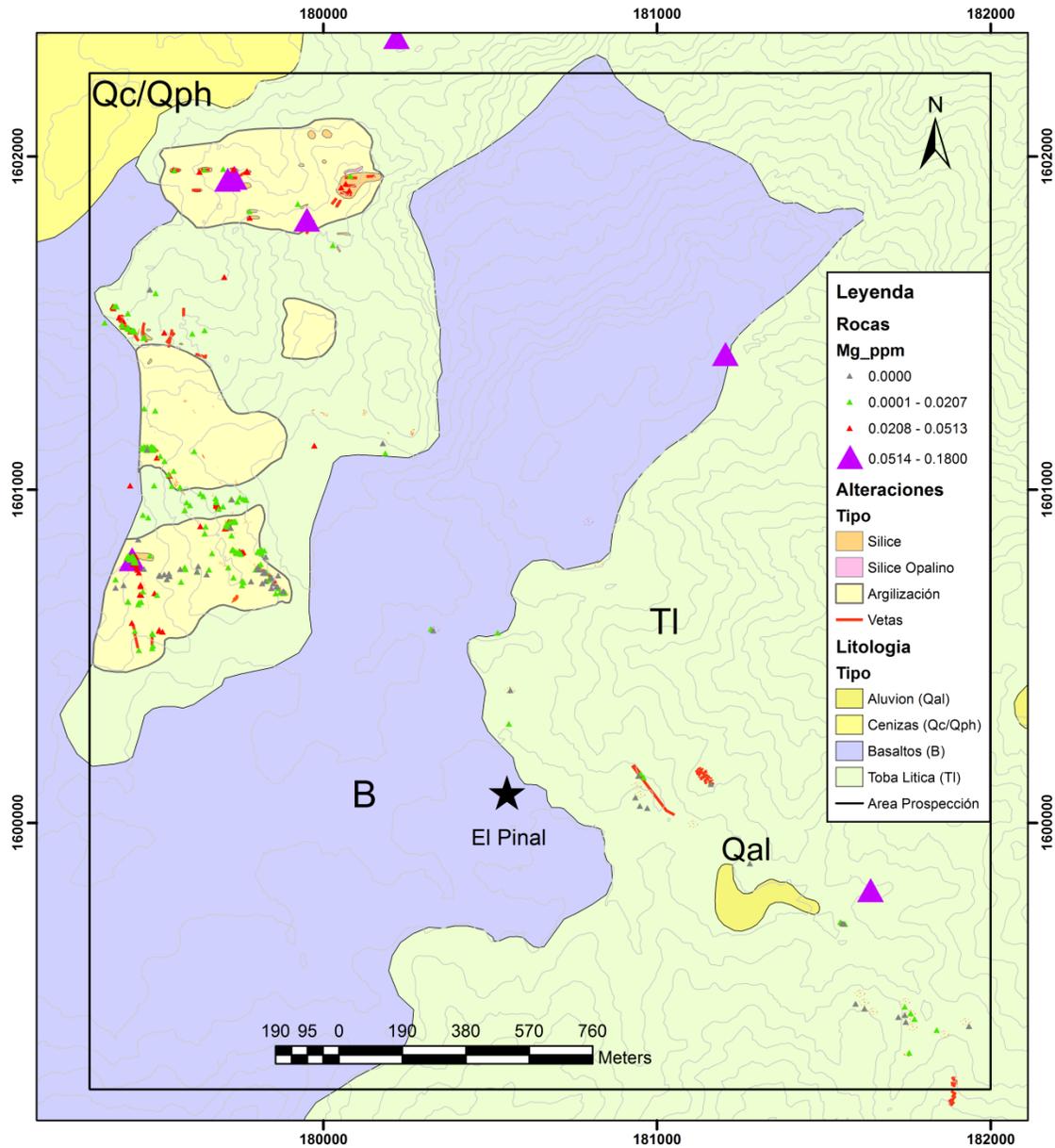
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Mg EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-3,877	0,4534	-2,9702	-4,6052	-1,7148	292	64	356
ppm	0,02071		0,05129	0,01	0,18			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Mg EN MUESTRAS DE ROCA



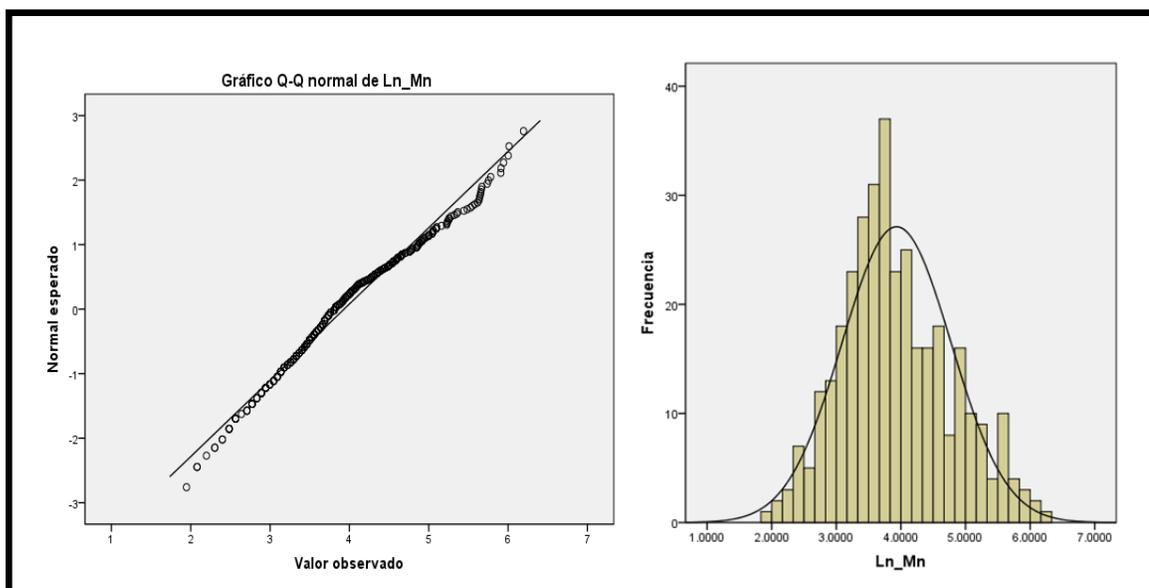
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Mg EN MUESTRAS DE ROCA



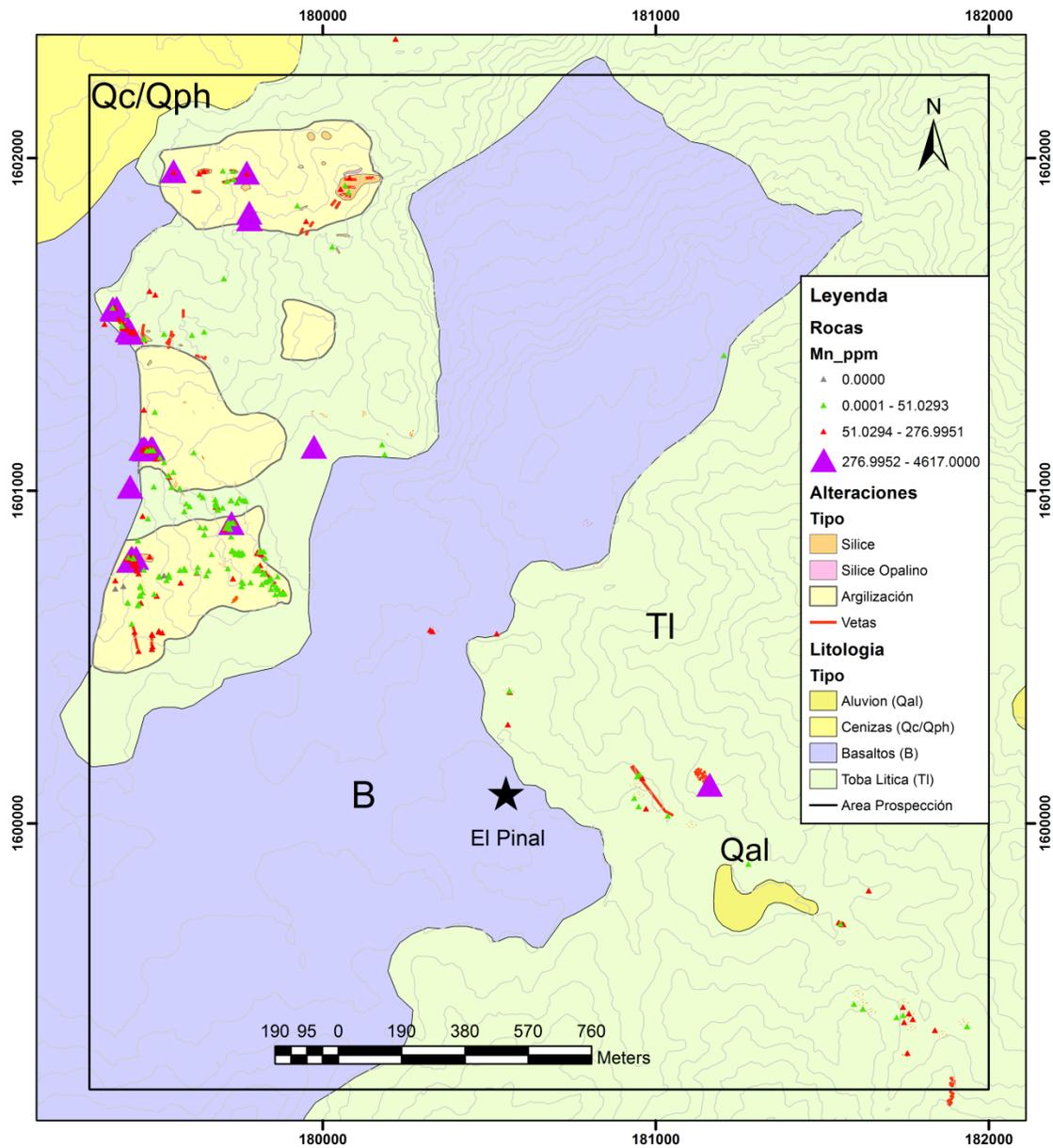
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Mn EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	3,9324	0,8458	5,624	1,9459	8,4375	348	8	356
ppm	51,0293		276,9951	7	4617			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Mn EN MUESTRAS DE ROCA



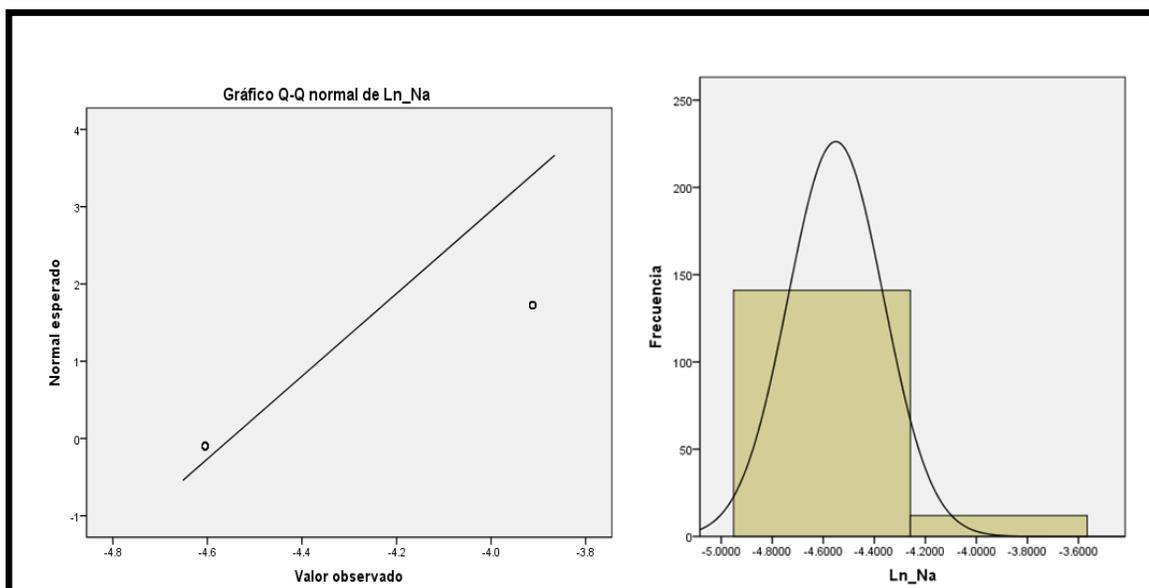
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Mn EN MUESTRAS DE ROCA



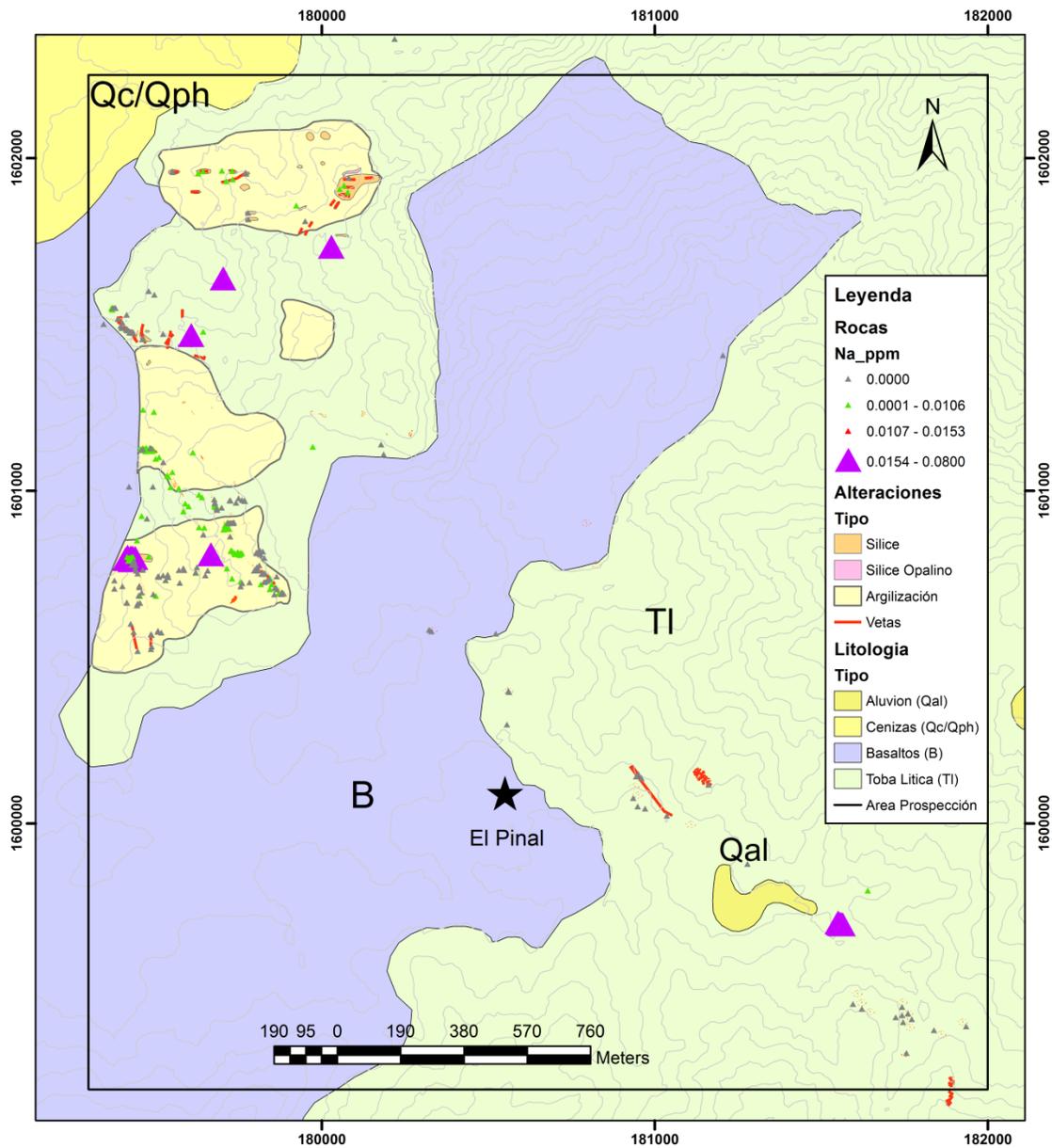
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Na EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-4,5508	0,1869	-4,177	-4,6052	-2,5257	153	203	356
ppm	0,01055		0,01534	0,001	0,8			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Na EN MUESTRAS DE ROCA



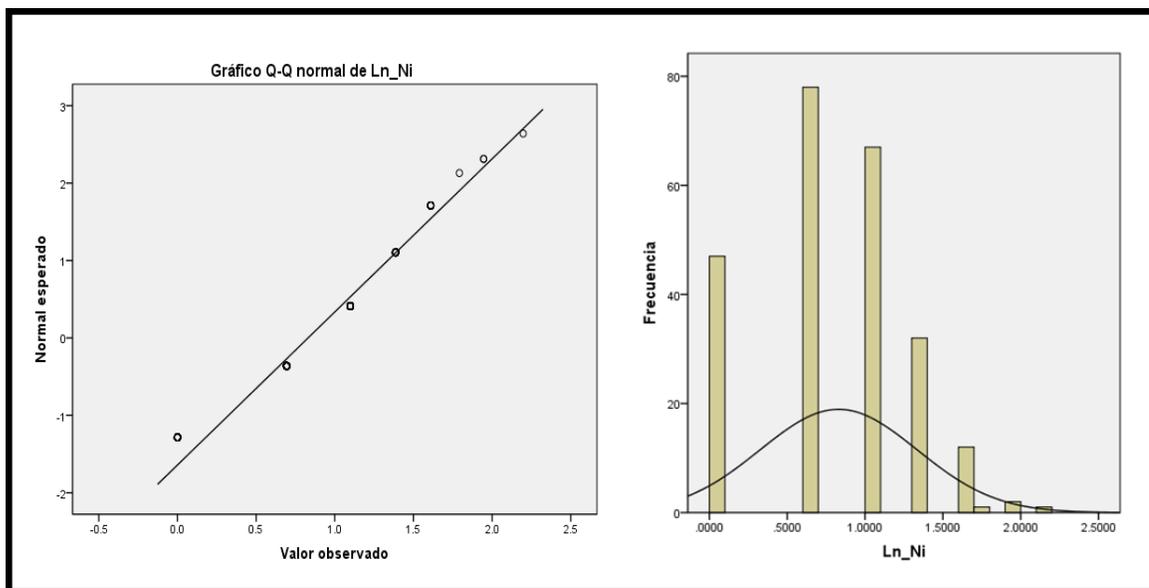
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DENa EN MUESTRAS DE ROCA



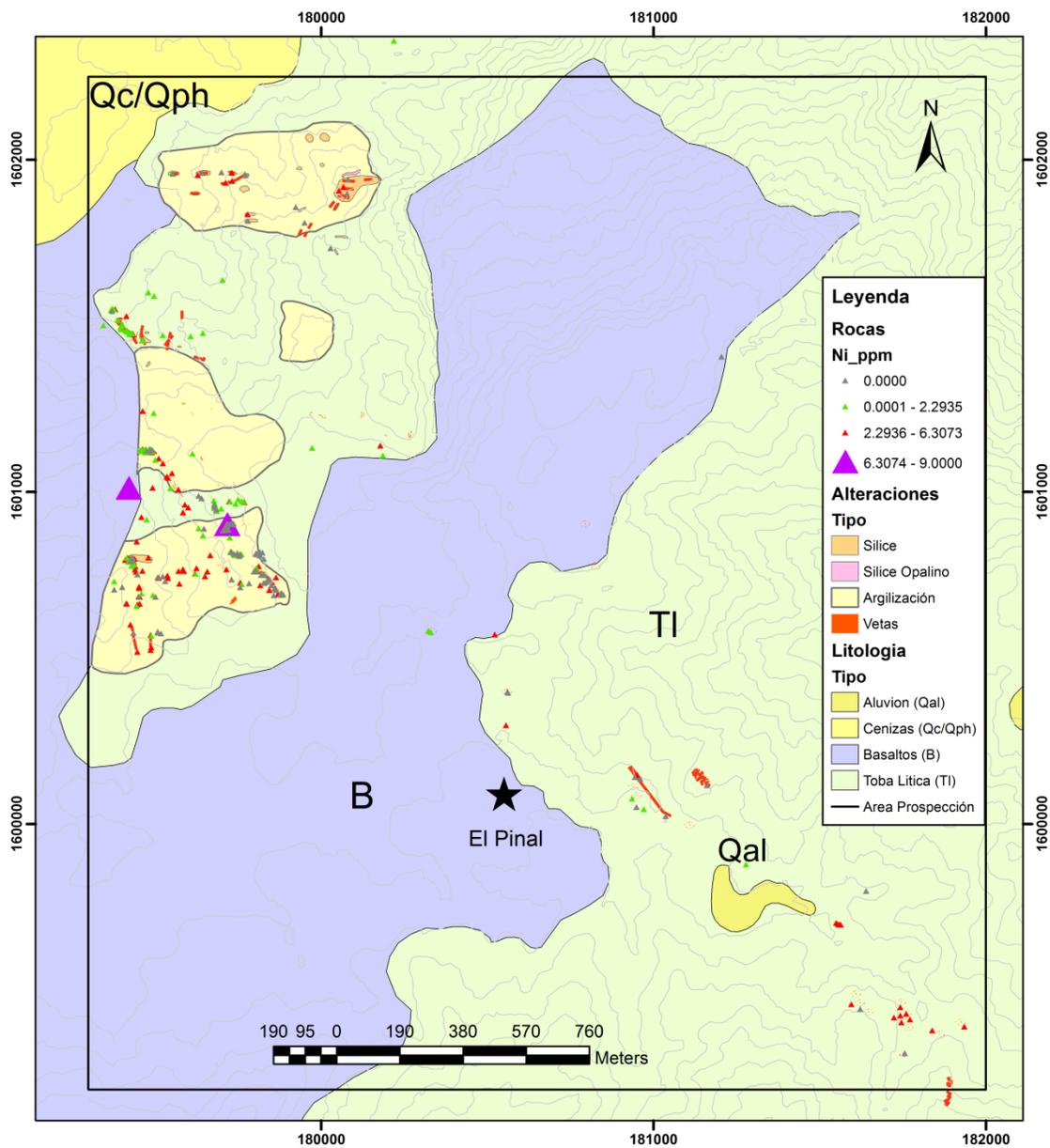
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Ni EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	0,830117	0,5058	1,8417	0	1,9459	240	116	356
ppm	2,2935		6,3073	1	7			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ni EN MUESTRAS DE ROCA



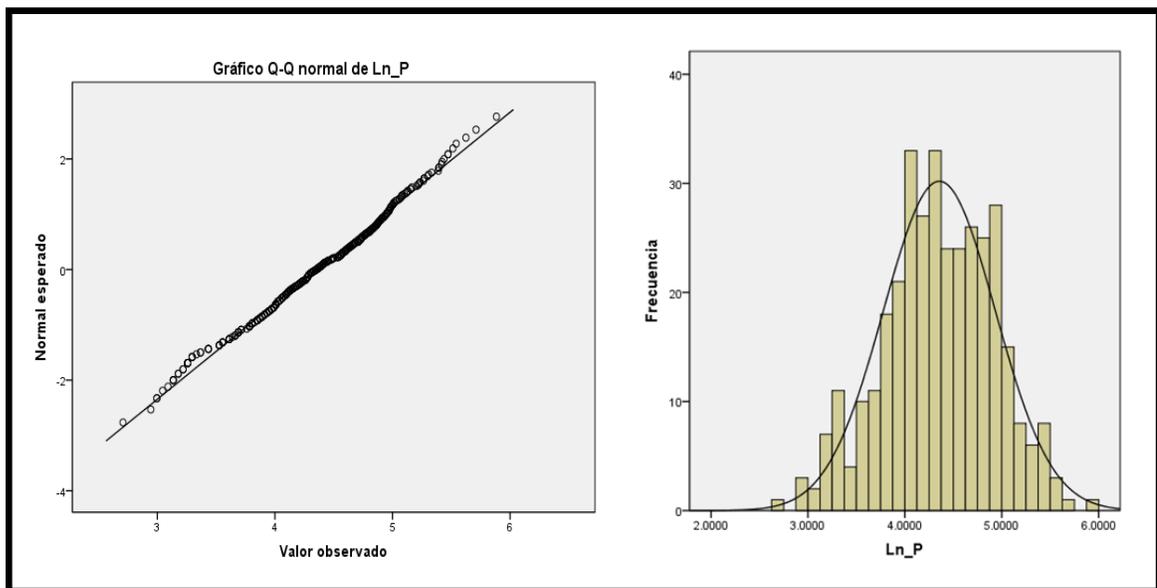
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Ni EN MUESTRAS DE ROCA



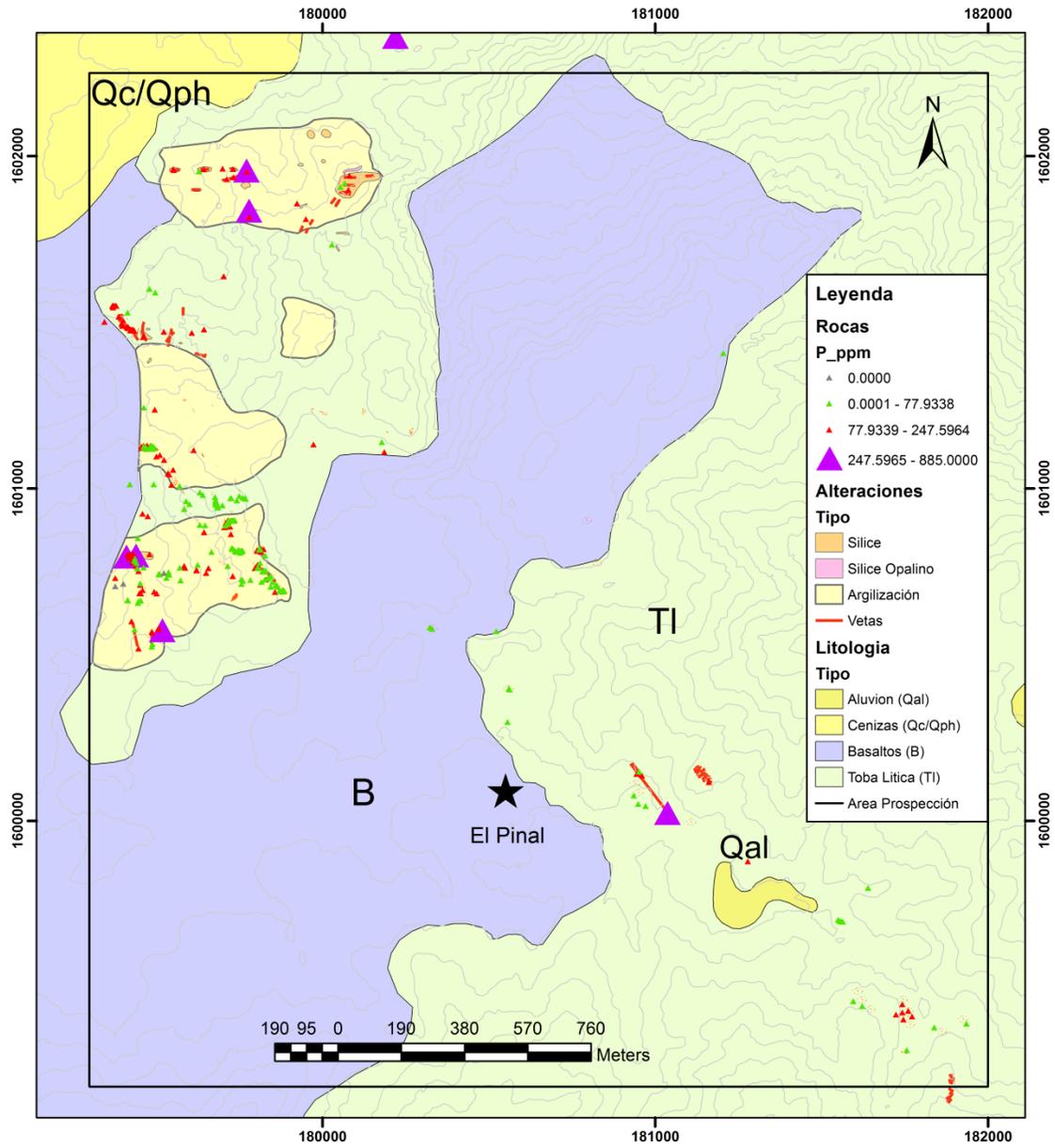
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL P EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	4,355806	0,5780	5,5118	2,7081	0,9962	350	6	356
ppm	77,9338		247,5964	15	885			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA P EN MUESTRAS DE ROCA



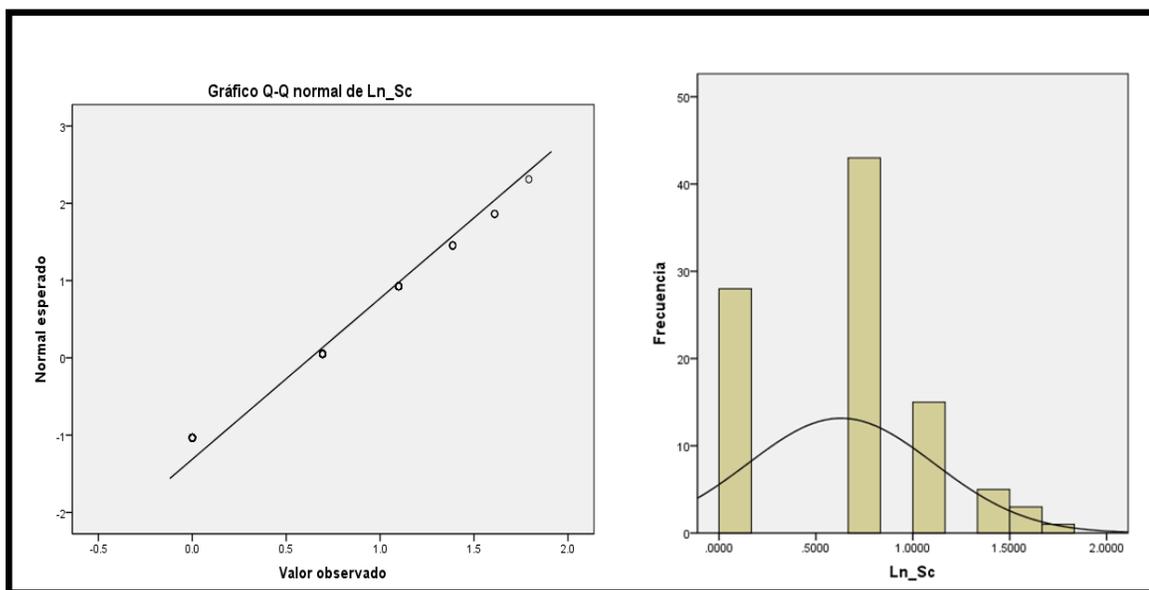
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE P EN MUESTRAS DE ROCA



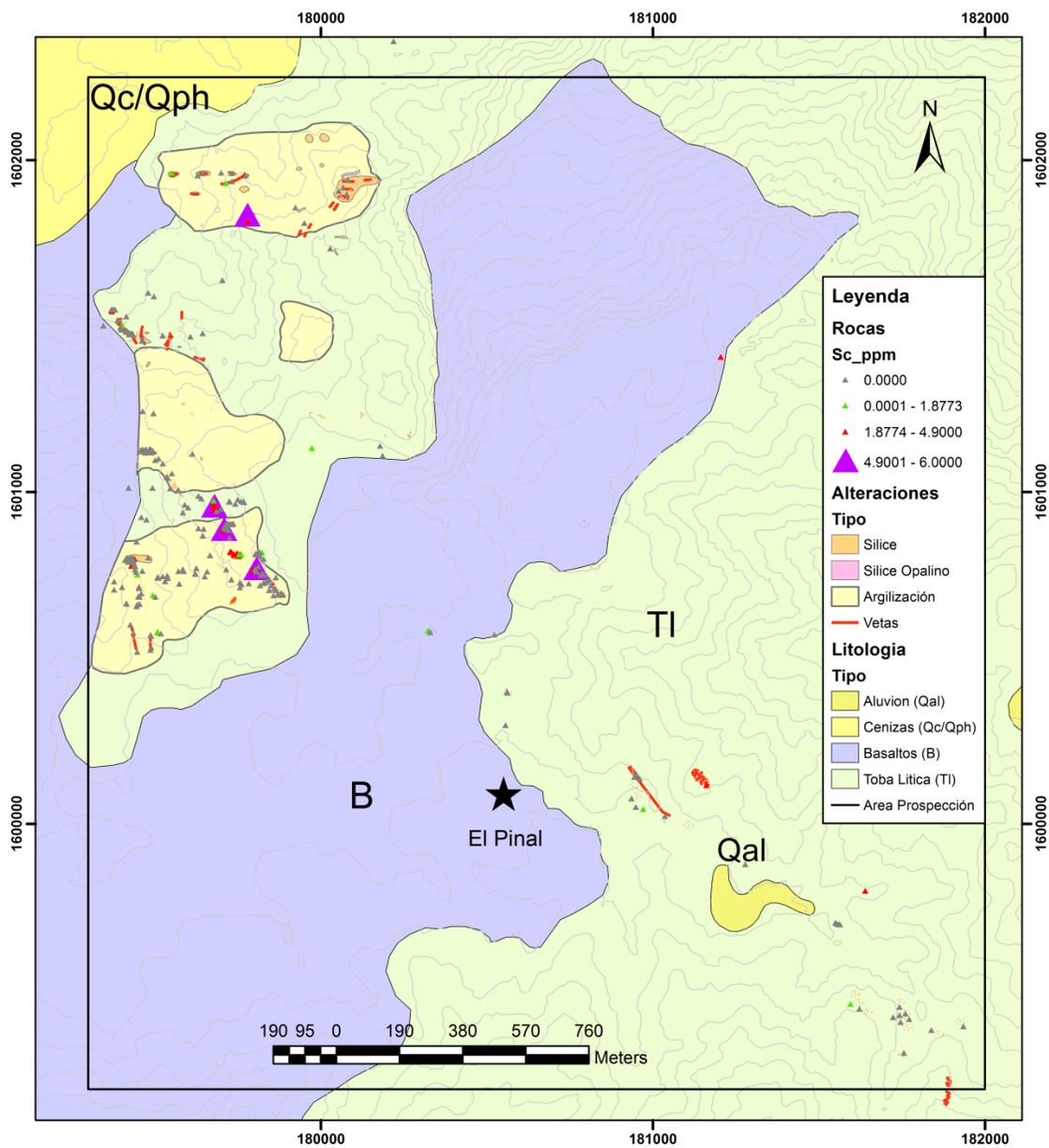
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Sc EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	,629853	0,4800943	1,5900	0	1,7918	95	261	356
ppm	1,8773		4,9	1	6			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Sc EN MUESTRAS DE ROCA



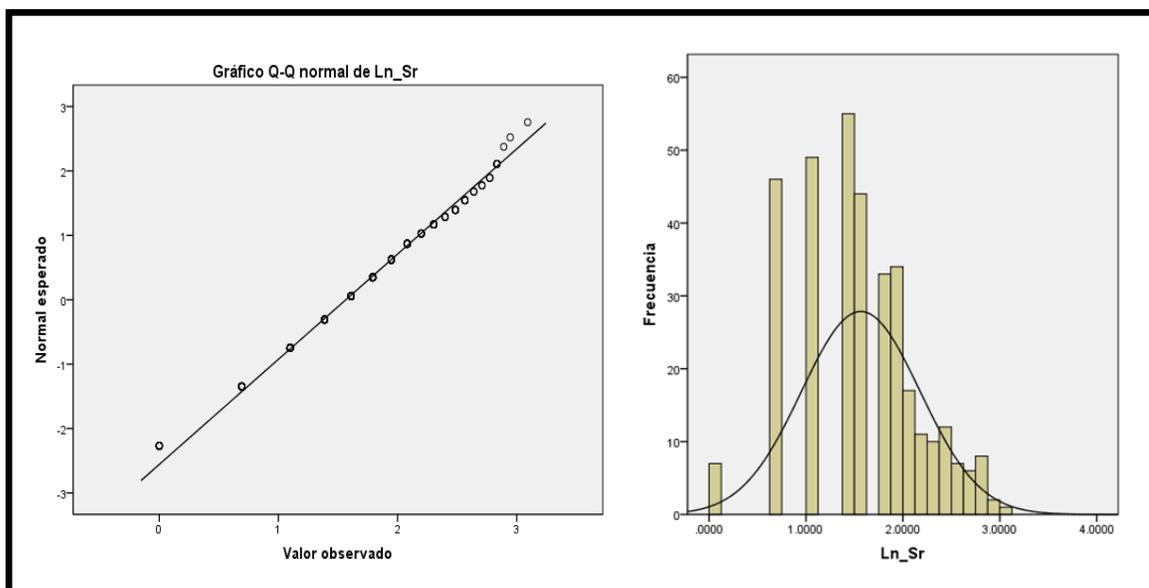
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Sc EN MUESTRAS DE ROCA



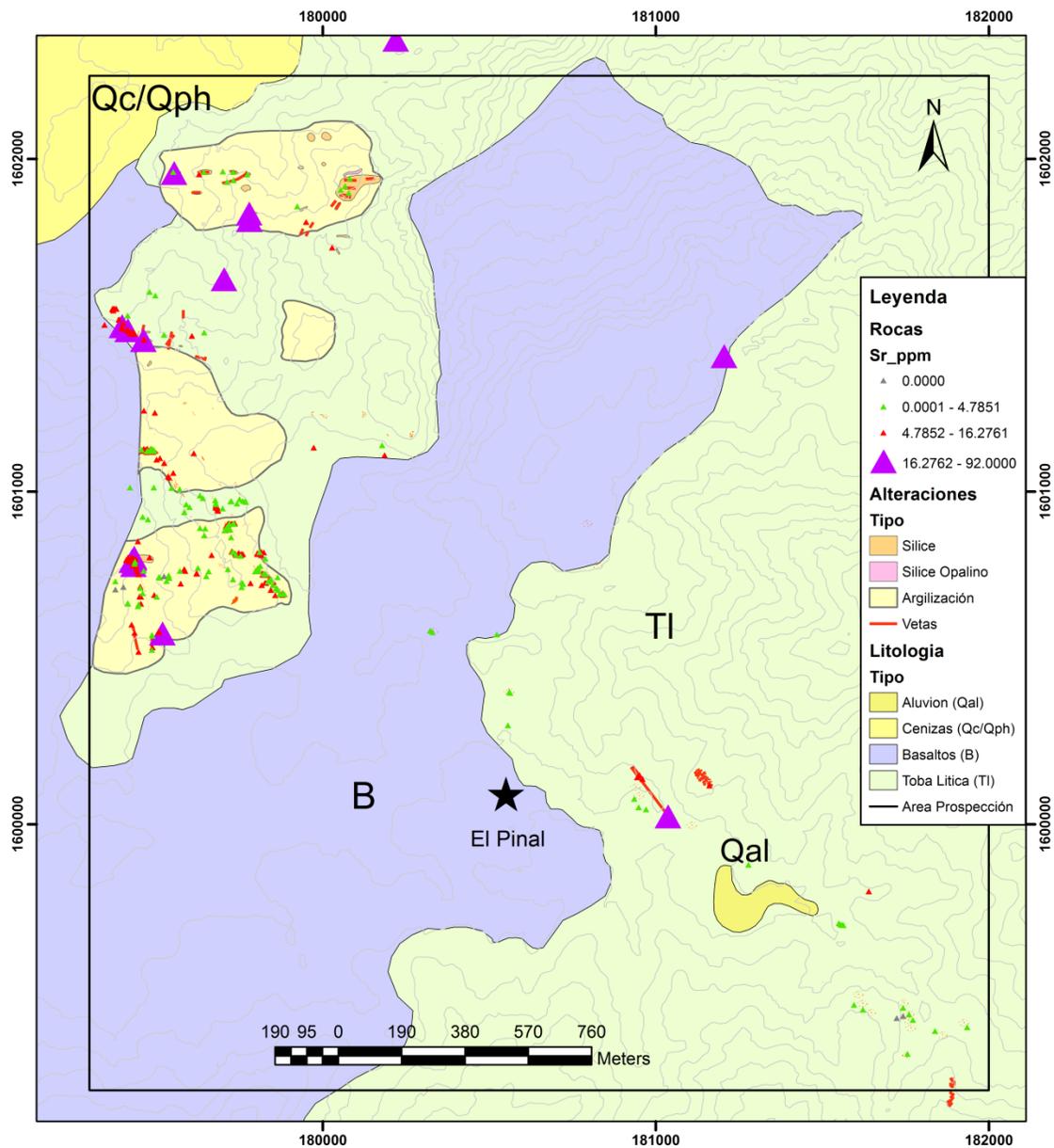
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Sr EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,565505	0,6120852	2,7897	0	4,5218	334	22	356
ppm	4,7851		16,2761	1	92			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Sr EN MUESTRAS DE ROCA



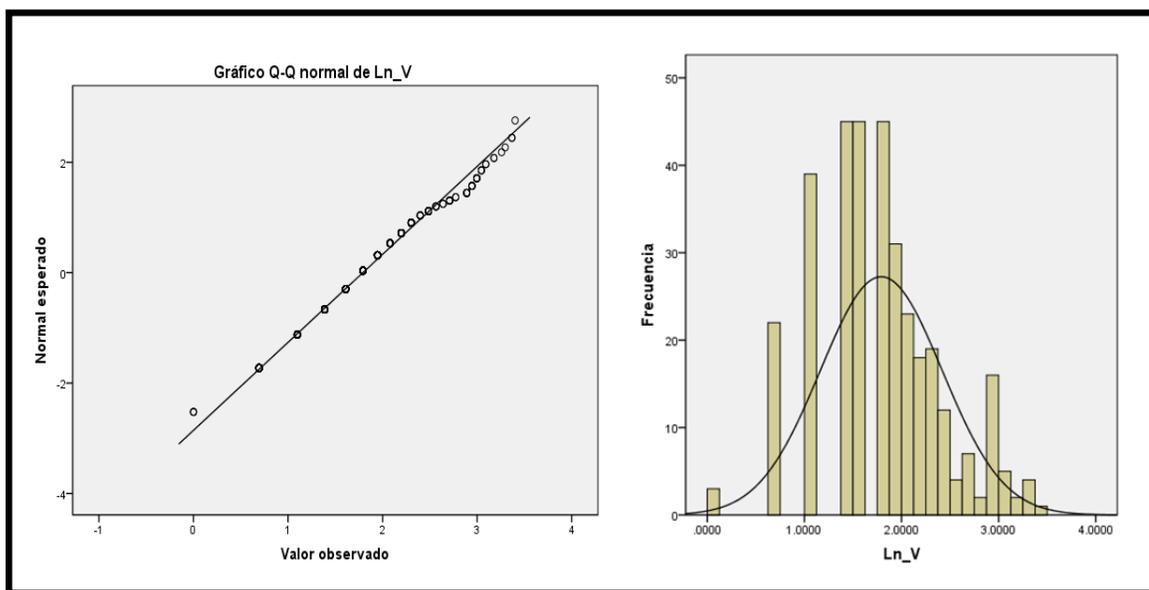
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Sr EN MUESTRAS DE ROCA



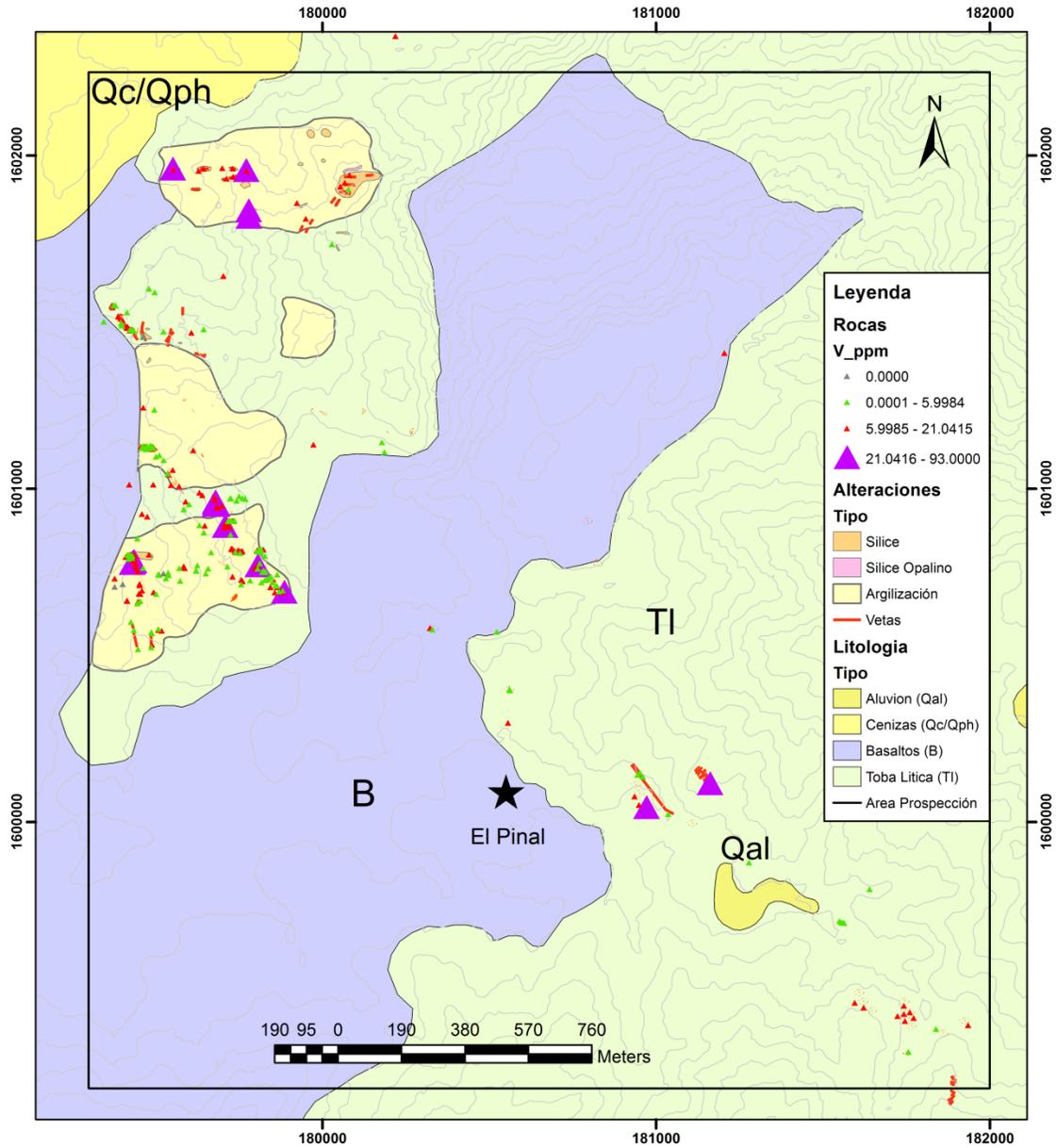
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL V EN MUESTRAS DE ROCA

Comportamiento estadístico - geoquímico de V								
	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,7915	0,62750	3,0465	0	4,5326	343	13	356
ppm	5,9984		21,0415	1	93			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA V EN MUESTRAS DE ROCA



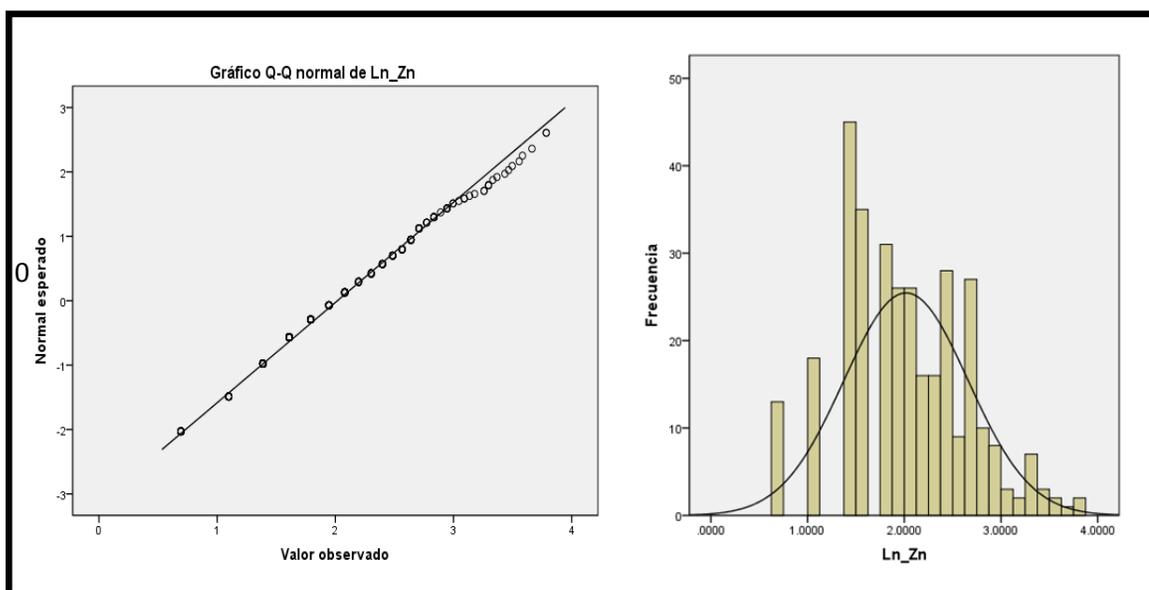
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE VEN MUESTRAS DE ROCA



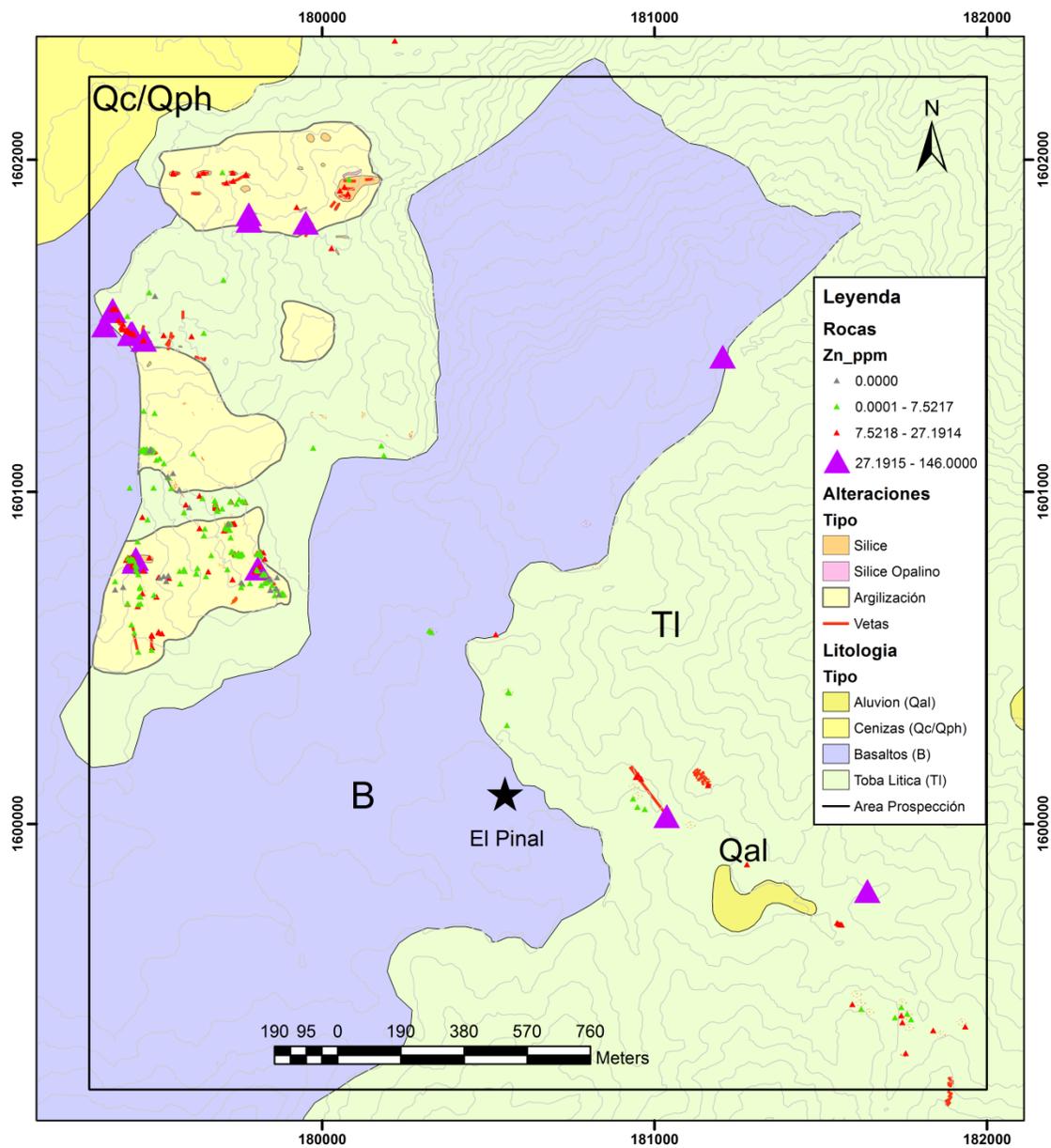
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Zn EN MUESTRAS DE ROCA

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,0178	0,64255	3,3029	,6931	4,9836	328	28	356
ppm	7,5217		27,1914	2	146			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Zn EN MUESTRAS DE ROCA



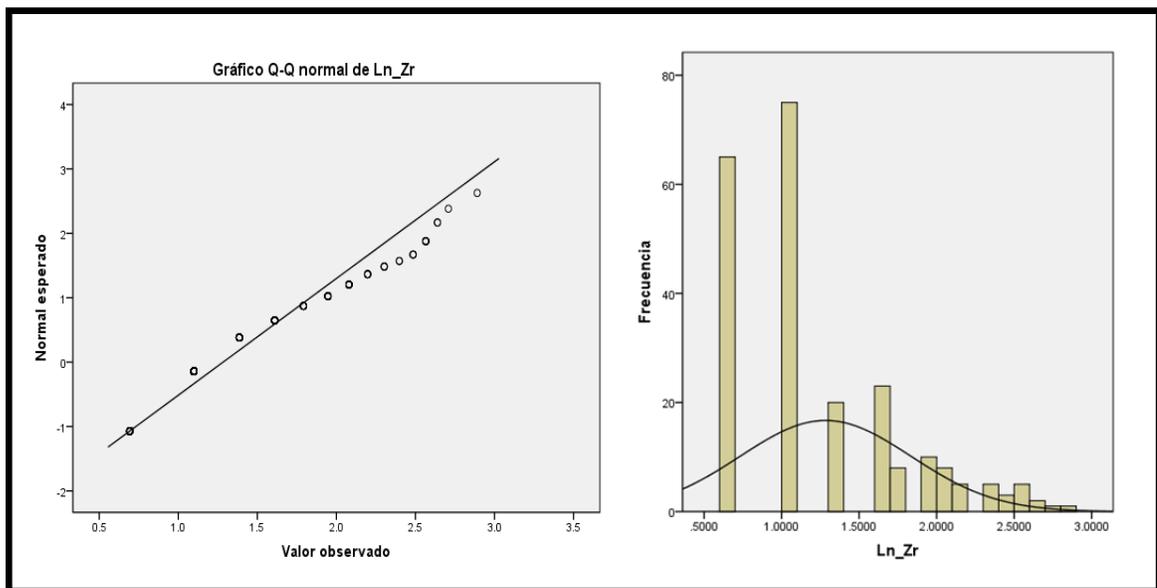
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE Zn EN MUESTRAS DE ROCA



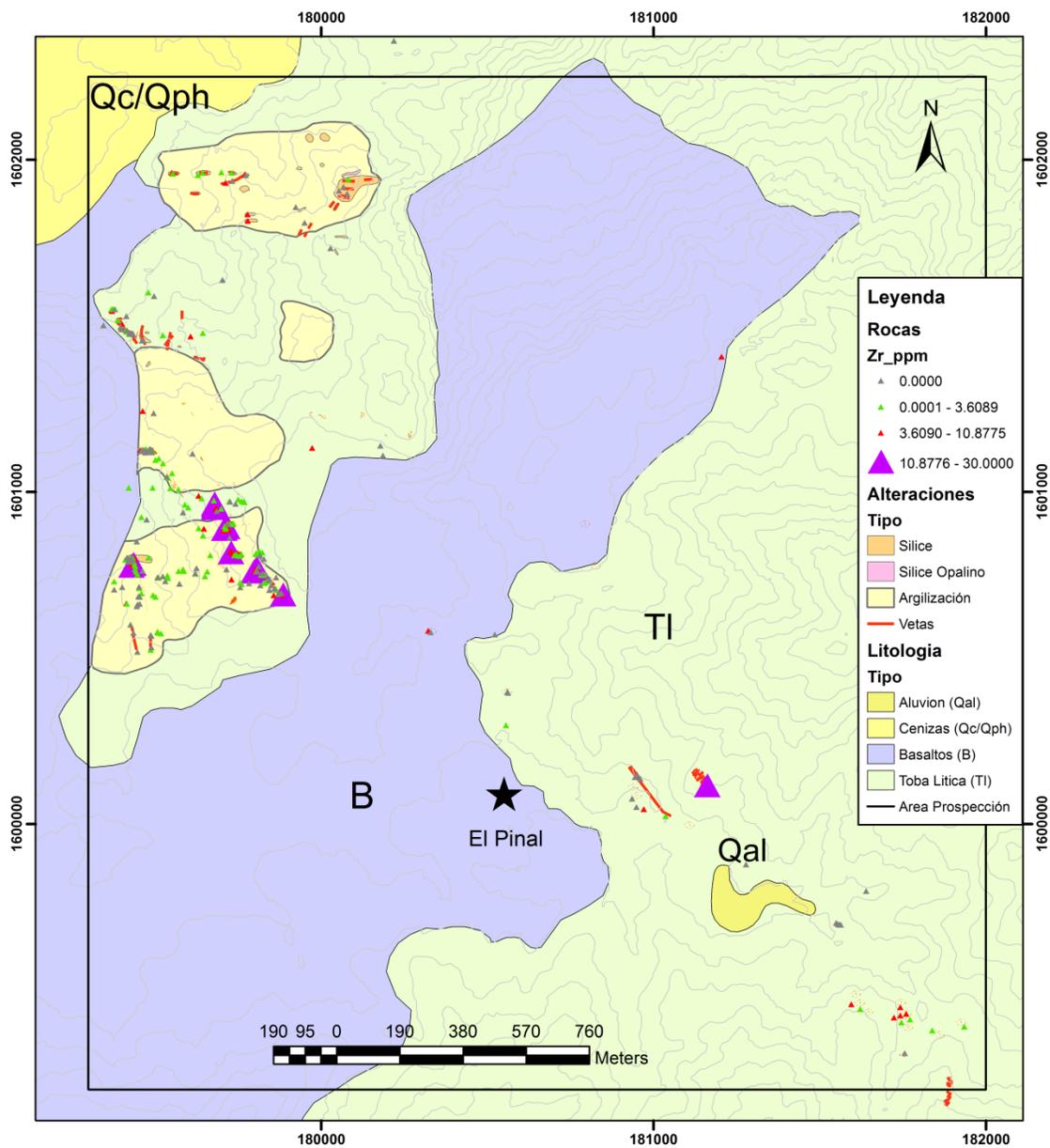
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Zr EN MUESTRAS DE ROCA

Escala	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,2834	,5517	2,3867	0,6931	3,8067	334	22	356
ppm	3,6089		10,8775	2	45			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Zr EN MUESTRAS DE ROCA



ANOMALÍAS ESTADÍSTICAS DE Zr EN MUESTRAS DE ROCA



ANEXO 3**TABLA DE RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO DE MUESTRAS DE
SUELO**

SAMPLE	UTM - E	UTM - N	PROF	HORIZONTE	ORGANICS	Gold	Silver	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdenum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Escandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Zinc	Zirconio
TG-013006	179725.6	1601717	0.3	B	L	-2	0.2	2.25	6	145	<2	0.27	<0.5	5	3	6	2.66	0.21	21	0.71	727	<1	<0.01	2	319	12	0	4	32	<0.01	19	79	3
TG-013007	179725.6	1601717	0.6	C	L	-2	-0.1	2.59	7	136	<2	0.41	<0.5	4	3	5	3.09	0.21	23	0.91	699	<1	<0.01	1	804	10	0	4	38	<0.01	19	100	2
TG-013008	179726.3	1601742	0.3	B	M	-2	-0.1	2.3	0	134	<2	0.1	<0.5	9	3	4	2.77	0.26	26	0.4	987	<1	<0.01	2	249	13	0	5	15	0.02	41	68	3
TG-013009	179726.3	1601742	0.6	C	M	-2	-0.1	2.22	0	128	<2	0.08	<0.5	8	3	5	2.76	0.24	21	0.37	974	<1	<0.01	2	242	13	0	5	15	0.02	42	64	3
TG-013010	179726.9	1601767	0.1	B	M	-2	-0.1	2.04	0	196	<2	0.17	<0.5	8	3	8	3.22	0.25	31	0.54	993	<1	<0.01	2	812	14	0	3	15	<0.01	21	99	<2
TG-013011	179726.9	1601767	0.4	C	L	-2	-0.1	1.88	0	276	<2	1.45	<0.5	8	4	9	3.14	0.22	30	0.54	1173	<1	<0.01	3	1059	19	0	3	28	<0.01	19	98	<2
TG-013012	179727.6	1601792	0.3	B	L	-2	-0.1	0.86	12	95	<2	<0.01	<0.5	2	3	6	1.33	0.11	14	0.05	46	<1	<0.01	1	160	10	0	1	9	0.02	39	29	3
TG-013013	179727.6	1601792	0.6	C	L	-2	-0.1	0.8	16	137	<2	<0.01	<0.5	1	2	6	1.36	0.17	23	0.05	36	1	<0.01	<1	199	17	0	2	12	<0.01	20	29	6
TG-013014	179728.3	1601817	0.4	B	L	-2	-0.1	1.4	21	69	<2	<0.01	<0.5	2	14	12	1.97	0.15	24	0.05	60	2	<0.01	3	119	10	0	3	4	0.02	40	32	20
TG-013015	179728.3	1601817	0.7	C	L	-2	-0.1	1.92	20	83	<2	<0.01	<0.5	2	4	21	2.14	0.17	20	0.05	36	2	<0.01	2	84	22	0	6	4	0.01	37	37	20
TG-013016	179728.9	1601842	0.4	B	M	-2	-0.1	1.2	40	181	<2	0.02	<0.5	6	2	4	2	0.19	25	0.5	990	2	<0.01	2	156	12	0	2	30	<0.01	21	84	<2
TG-013017	179728.9	1601842	0.6	C	L	-2	-0.1	1.27	21	157	<2	<0.01	<0.5	3	2	3	1.8	0.2	25	0.55	430	1	<0.01	<1	104	11	0	2	27	<0.01	11	78	<2
TG-013018	179729.6	1601867	0.2	B	L	-2	-0.1	1.44	139	67	<2	<0.01	<0.5	1	2	3	2.34	0.12	14	0.23	74	3	<0.01	<1	82	13	0	4	6	<0.01	31	34	2
TG-013019	179729.6	1601867	0.7	C	L	-2	-0.1	1.27	107	93	<2	<0.01	<0.5	7	2	3	2.05	0.13	16	0.21	581	2	<0.01	<1	86	12	3	3	6	<0.01	26	33	<2
TG-013020	179730.2	1601892	0.4	B	L	-2	0.2	2.3	36	129	<2	<0.01	<0.5	2	3	8	2.46	0.15	8	0.1	29	2	<0.01	1	49	9	0	5	5	<0.01	40	30	9
TG-013021	179730.2	1601892	0.7	C	L	-2	-0.1	1.93	24	184	<2	<0.01	<0.5	2	3	5	2.03	0.19	13	0.14	35	1	<0.01	<1	36	10	0	5	3	<0.01	27	35	5
TG-013022	179730.9	1601917	0.3	B	L	-2	-0.1	2.26	17	108	<2	<0.01	<0.5	3	3	7	2.27	0.27	24	0.14	80	1	<0.01	1	64	11	0	6	8	<0.01	40	61	8
TG-013023	179730.9	1601917	0.6	C	L	-2	-0.1	1.52	19	151	<2	<0.01	<0.5	3	2	3	2.13	0.36	41	0.2	105	<1	<0.01	<1	45	10	0	4	6	<0.01	31	78	3
TG-013024	179731.5	1601942	0.1	B	L	-2	-0.1	1.24	19	108	<2	<0.01	<0.5	2	2	4	2.04	0.31	32	0.21	112	1	<0.01	<1	58	12	0	4	2	<0.01	25	76	<2
TG-013025	179731.5	1601942	0.5	C	L	-2	0.2	1.27	15	158	<2	<0.01	<0.5	4	2	3	2.04	0.37	50	0.25	119	1	<0.01	<1	62	11	0	4	1	<0.01	23	80	<2
TG-013026	179732.2	1601967	0.3	B	L	-2	-0.1	1.79	23	132	<2	<0.01	<0.5	2	3	6	2.82	0.26	25	0.19	82	3	<0.01	<1	66	13	0	6	5	<0.01	39	57	4
TG-013027	179732.2	1601967	0.6	C	L	-2	-0.1	1.26	16	158	<2	<0.01	<0.5	2	2	5	2.24	0.28	22	0.2	85	1	<0.01	<1	44	14	0	4	<1	<0.01	32	54	<2
TG-013028	179732.8	1601992	0.3	B	L	-2	-0.1	<0.01	0	<10	<2	<0.01	<0.5	<1	<1	<1	0.01	0.02	<2	<0.01	<5	<1	<0.01	<1	<10	0	0	<1	<1	<0.01	<1	0	<2
TG-013029	179732.8	1601992	0.6	C	L	-2	0.1	1.83	13	129	<2	<0.01	<0.5	15	7	13	3.26	0.21	21	0.16	335	2	<0.01	2	46	17	0	5	7	0.15	109	57	39
TG-013030	179733.5	1602017	0.4	B	M	-2	-0.1	3.31	7	533	<2	<0.01	<0.5	24	10	27	5.07	0.25	16	0.22	2287	1	<0.01	6	45	24	0	8	13	0.35	154	78	58
TG-013031	179733.5	1602017	0.6	C	L	-2	-0.1	4.36	10	646	<2	<0.01	<0.5	21	8	29	4.54	0.22	16	0.2	1316	2	<0.01	5	49	17	0	9	16	0.25	126	63	63
TG-013032	179734.1	1602042	0.2	B	L	3	0.1	2.62	14	153	<2	<0.01	<0.5	3	4	9	2.58	0.25	18	0.16	85	1	<0.01	1	48	11	0	5	14	0.03	46	43	22
TG-013033	179734.1	1602042	0.5	C	L	-2	-0.1	1.92	16	128	<2	<0.01	<0.5	2	3	8	2.12	0.23	15	0.16	95	2	<0.01	<1	50	10	0	4	13	0.02	42	44	17
TG-013034	179734.8	1602067	0.2	B	L	-2	-0.1	1.74	31	88	<2	<0.01	<0.5	1	3	5	2.02	0.18	13	0.14	98	3	<0.01	<1	74	9	0	3	15	<0.01	37	36	7
TG-013035	179734.8	1602067	0.6	C	L	-2	0.1	1.58	52	141	<2	<0.01	<0.5	1	2	6	2.06	0.3	20	0.17	113	3	<0.01	<1	66	14	0	3	11	<0.01	31	34	5
TG-013036	179735.5	1602092	0.3	B	L	-2	0.1	2	24	120	<2	<0.01	<0.5	3	2	7	2.17	0.3	15	0.18	175	2	<0.01	<1	84	11	0	3	16	0.01	39	44	14
TG-013037	179735.5	1602092	0.5	C	L	-2	0.2	1.91	40	191	<2	<0.01	<0.5	21	2	7	1.96	0.28	23	0.14	975	3	<0.01	<1	56	11	0	4	8	<0.01	31	33	8
TG-013038	179736.1	1602117	0.3	B	H	-2	0.1	1.65	0	118	<2	<0.01	<0.5	9	9	10	2.87	0.15	6	0.22	429	<1	<0.01	3	169	9	0	2	19	0.11	104	53	5
TG-013039	179736.1	1602117	0.4	C	L	-2	-0.1	1.8	0	143	<2	<0.01	<0.5	8	6	11	2.66	0.17	12	0.28	417	<1	<0.01	2	113	11	0	3	20	0.07	74	55	8
TG-013040	179736.8	1602142	0.2	B	L	-2	0.1	1.6	0	124	<2	<0.01	<0.5	7	6	7	2.26	0.12	5	0.22	399	<1	<0.01	2	195	8	0	2	16	0.08	67	47	4
TG-013041	179736.8	1602142	0.4	C	L	-2	-0.1	1.59	0	120	<2	<0.01	<0.5	7	7	16	2.26	0.11	4	0.23	395	1	<0.01	3	180	20	0	2	17	0.09	65	57	5
TG-013042	179737.4	1602167	0.15	B	L	17	0.1	1.63	0	184	<2	0.05	<0.5	7	6	10	2.42	0.21	21	0.29	863	<1	<0.01	2	272	17	0	3	28	0.06	56	69	2
TG-013043	179737.4	1602167	0.4	C	L	4	-0.1	1.6	0	174	<2	0.04	<0.5	7	4	8	2.45	0.21	22	0.3	789	<1	<0.01	2	264	17	0	3	27	0.05	52	74	3
TG-003601	179496.9	1600623	0.25	B	L	3	-0.1	1.08	42	87	<2	0.06	<0.5	1	4	15	1.82	0.08	20	0.05	102	5	0.02	2	294	15	0	1	18	0.03	40	22	3
TG-003602	179496.9	1600623	0.55	C	L	4	0.2	1.65	61	79	<2	<0.01	<0.5	<1	6	18	2.14	0.12	21	0.04	34	16	0.01	2	266	21	0	3	15	0.02	31	16	15
TG-003603	179497.6	1600648	0.2	B	M	3	-0.1	1.54	41	82	<2	0.03	<0.5	2	4	14	2.02	0.09	28	0.05	94	7	0.02	2	298	11	0	3	11	0.04	49	15	4
TG-003604	179497.6	1600648	0.6	C	L	5	0.1	1.93	91	84	<2	<0.01	<0.5	<1	4	22	2.78	0.13	53	0.04	22	15	0.01	2	321	26	4	4	10	0.02	26	16	12
TG-003605	179498.2	1600673	0.2	B	M	-2	0.3	1.6	36	108	<2	<0.01	<0.5	1	4	23	2.34	0.1	35	0.04	84	6	0.01	1	286	17	0	3	8	0.02	34	21	8
TG-003606	179498.2	1600673	0.6	C	L	-2	0.2	1.28	42	81	<2	<0.01	<0.5	<1	3	30	2.28	0.12	43	0.03	23	5	0.01</										

SAMPLE	UTM - E	UTM - N	PROF	HORIZONTE	ORGANICS	Gold	Silver	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdenum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Escandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Zinc	Zirconio
TG-003641	179510	1601123	0.15	B	M	-2	0.2	2.5	88	93	<2	<0.01	<0.5	2	5	16	2.34	0.08	27	0.03	60	21	0.01	2	220	14	0	5	4	0.05	49	16	38
TG-003642	179510	1601123	0.6	C	L	-2	-0.1	1.79	79	89	<2	<0.01	<0.5	1	2	10	1.71	0.06	29	0.02	41	18	0.01	1	217	15	0	4	2	0.04	34	9	28
TG-003643	179510.7	1601148	0.15	B	M	-2	0.2	2.88	26	226	<2	<0.01	<0.5	8	5	24	3.06	0.1	18	0.11	557	6	0.01	3	202	28	0	6	7	0.16	88	31	53
TG-003644	179510.7	1601148	0.6	C	L	-2	-0.1	2.22	28	134	<2	<0.01	<0.5	2	4	16	1.83	0.09	29	0.07	113	5	0.01	2	170	21	0	4	6	0.08	44	17	32
TG-003645	179511.3	1601173	0.2	B	M	-2	-0.1	4.46	23	160	3	<0.01	<0.5	39	10	26	4.07	0.09	16	0.09	716	5	0.01	4	168	26	0	12	5	0.22	135	44	69
TG-003646	179511.3	1601173	0.6	C	L	3	-0.1	4.07	27	214	<2	<0.01	<0.5	30	9	28	4.25	0.08	21	0.1	1064	4	0.01	4	166	25	0	12	4	0.25	143	46	74
TG-003647	179711.2	1601167	0.2	B	M	-2	-0.1	1.07	62	66	<2	<0.01	<0.5	2	2	6	1.2	0.12	29	0.06	63	10	0.01	<1	260	23	6	1	15	<0.01	8	53	<2
TG-003648	179711.2	1601167	0.6	C	L	-2	-0.1	0.92	53	67	3	<0.01	<0.5	3	1	3	1.02	0.11	25	0.04	77	7	0.02	1	223	19	4	1	10	<0.01	7	43	<2
TG-003649	179710.6	1601142	0.15	B	M	-2	-0.1	0.81	50	62	<2	<0.01	<0.5	<1	<1	4	0.99	0.1	30	0.03	13	2	0.01	<1	208	38	0	<1	7	<0.01	8	27	<2
TG-003650	179710.6	1601142	0.6	C	L	2	-0.1	0.73	58	63	<2	<0.01	<0.5	<1	<1	3	1.04	0.1	31	0.04	10	2	0.01	<1	214	42	4	<1	6	<0.01	5	27	<2
TG-003651	179709.9	1601117	0.2	B	M	2	-0.1	2.15	56	77	<2	0.05	<0.5	1	3	11	1.5	0.1	11	0.04	16	4	0.01	2	220	30	0	3	10	0.01	33	17	14
TG-003652	179709.9	1601117	0.6	C	L	3	-0.1	2.53	61	86	<2	0.03	<0.5	1	4	12	1.58	0.11	9	0.03	12	6	0.01	2	180	85	0	4	8	<0.01	29	19	14
TG-003653	179709.3	1601092	0.2	B	M	-2	0.2	1.79	58	93	<2	<0.01	<0.5	<1	2	14	1.26	0.22	9	0.02	16	1	0.02	1	165	35	0	2	2	<0.01	14	20	9
TG-003654	179709.3	1601092	0.6	C	L	-2	-0.1	1.79	77	80	<2	<0.01	<0.5	<1	1	12	1.4	0.2	9	0.01	9	2	0.01	<1	137	34	0	2	1	<0.01	10	22	8
TG-003655	179708.6	1601067	0.2	B	M	3	0.3	3.58	28	161	<2	0.02	<0.5	6	6	19	2.79	0.08	16	0.07	213	7	0.01	3	216	26	0	8	10	0.06	90	19	38
TG-003656	179708.6	1601067	0.6	C	L	-2	0.6	3.52	40	151	<2	0.02	<0.5	4	6	19	2.88	0.1	16	0.07	100	7	0.01	3	200	49	0	8	10	0.04	84	18	29
TG-003657	179708	1601042	0.2	B	M	3	0.2	3.21	18	87	<2	<0.01	<0.5	3	5	17	2.01	0.09	19	0.04	39	4	0.01	3	176	32	0	7	6	0.06	67	18	34
TG-003658	179708	1601042	0.6	C	L	-2	0.2	2.53	25	96	<2	<0.01	<0.5	2	4	14	1.66	0.09	20	0.04	20	6	0.01	2	148	48	3	7	5	0.03	50	14	23
TG-003659	179707.3	1601017	0.2	B	M	-2	0.1	4.52	15	154	<2	<0.01	<0.5	12	13	28	4.31	0.07	14	0.09	197	4	0.01	5	196	64	3	13	8	0.21	153	43	74
TG-003660	179707.3	1601017	0.6	C	L	3	0.2	5.32	18	212	<2	<0.01	<0.5	12	13	34	4.9	0.08	18	0.1	189	4	0.02	5	177	192	5	17	8	0.25	172	50	85
TG-003661	179706.7	1600992	0.2	B	M	-2	0.2	7.79	18	259	<2	0.02	<0.5	12	14	44	5.31	0.11	9	0.09	186	7	0.02	8	237	298	0	15	9	0.25	166	53	108
TG-003662	179706.7	1600992	0.6	C	L	10	0.3	7.87	24	428	<2	<0.01	<0.5	13	11	51	4.89	0.11	9	0.09	156	6	0.01	8	185	302	0	15	8	0.24	146	48	103
TG-003663	179706	1600967	0.2	B	M	5	0.3	3.8	33	84	2	<0.01	<0.5	5	9	22	3	0.08	12	0.04	52	23	0.01	3	153	474	2	8	2	0.05	97	21	34
TG-003664	179706	1600967	0.5	C	L	-2	-0.1	3.46	49	90	<2	<0.01	<0.5	4	8	20	2.85	0.09	14	0.03	38	27	0.01	3	159	448	0	6	2	0.04	84	19	29
TG-003665	179705.4	1600942	0.2	B	M	-2	0.1	0.86	33	44	<2	<0.01	<0.5	<1	1	5	0.93	0.1	13	0.02	13	86	0.01	<1	151	137	4	2	3	<0.01	15	5	7
TG-003666	179705.4	1600942	0.5	C	L	3	-0.1	0.82	36	48	<2	<0.01	<0.5	<1	1	5	0.83	0.09	15	0.01	10	85	0.01	1	132	996	4	2	2	<0.01	10	3	7
TG-003667	179704.7	1600917	0.2	B	M	-2	0.1	2.59	38	126	<2	0.01	<0.5	2	4	18	1.92	0.12	28	0.04	44	25	0.01	2	238	316	0	5	10	0.03	43	14	25
TG-003668	179704.7	1600917	0.6	C	L	3	-0.1	2.51	52	125	5	<0.01	<0.5	2	3	28	2.15	0.12	31	0.03	33	38	0.01	2	222	1366	10	5	10	0.03	38	15	23
TG-003669	179704	1600892	0.25	B	M	-2	-0.1	9.23	14	591	<2	<0.01	<0.5	13	17	65	6.1	0.13	11	0.12	285	4	0.02	12	218	372	0	19	14	0.41	183	72	131
TG-003670	179704	1600892	0.5	C	L	-2	0.1	8.14	15	701	<2	<0.01	<0.5	25	17	60	6.57	0.12	13	0.15	646	2	0.02	11	161	243	0	22	10	0.46	221	78	124
TG-003671	179703.4	1600868	0.2	B	M	-2	0.2	2.83	42	63	<2	<0.01	<0.5	2	4	14	2.01	0.11	22	0.03	27	7	0.01	2	216	145	0	6	6	0.02	46	20	25
TG-003672	179703.4	1600868	0.5	C	L	2	0.2	2.43	54	59	<2	<0.01	<0.5	1	3	12	2.15	0.1	25	0.03	22	8	0.01	2	203	175	0	6	5	0.02	43	15	25
TG-003673	179702.7	1600843	0.2	B	M	-2	0.2	2.59	15	89	<2	<0.01	<0.5	3	7	19	2.53	0.12	19	0.03	24	4	0.01	2	149	855	0	5	4	0.03	74	15	19
TG-003674	179702.7	1600843	0.5	C	L	6	0.3	2.52	14	89	<2	<0.01	<0.5	3	8	20	2.57	0.1	19	0.03	32	4	<0.01	2	157	1127	3	6	3	0.04	83	11	20
TG-003675	179702.1	1600818	0.25	B	M	4	0.2	3.05	19	83	<2	<0.01	<0.5	3	6	22	2.74	0.18	18	0.04	33	4	0.01	2	186	598	4	6	4	0.03	65	24	24
TG-003676	179702.1	1600818	0.5	C	L	4	0.3	2.63	19	81	<2	<0.01	<0.5	3	6	20	2.66	0.17	19	0.03	31	4	0.01	2	161	642	0	6	3	0.03	59	25	21
TG-003677	179701.4	1600793	0.2	B	M	-2	-0.1	3.43	20	76	<2	<0.01	<0.5	2	6	26	2.69	0.12	21	0.04	31	6	0.01	2	200	374	4	8	3	0.03	76	17	34
TG-003678	179701.4	1600793	0.6	C	L	-2	-0.1	3.52	18	81	<2	<0.01	<0.5	2	6	23	2.69	0.13	23	0.03	30	5	0.01	2	168	211	3	8	3	0.03	71	20	34
TG-003679	179700.8	1600768	0.3	B	M	3	0.2	1.52	22	80	<2	0.03	<0.5	2	5	12	1.33	0.1	18	0.05	70	22	0.01	2	231	120	6	2	6	0.03	53	20	7
TG-003680	179700.8	1600768	0.6	C	L	8	0.2	1.69	43	82	2	0.01	<0.5	1	6	12	1.6	0.14	19	0.04	46	35	0.01	2	204	60	5	4	4	0.01	40	14	12
TG-003681	179700.1	1600743	0.3	B	M	-2	-0.1	1.12	18	32	<2	<0.01	<0.5	<1	4	10	1.17	0.05	13	0.02	22	32	0.01	1	155	4	5	2	2	0.02	35	7	10
TG-003682	179700.1	1600743	0.6	C	L	3	0.2	1.41	30	38	2	<0.01	<0.5	<1	5	15	1.7	0.07	14	0.02	18	50	0.01	1	163	7	0	4	2	0.01	42	8	15
TG-003683	179699.5	1600718	0.3	B	M	4	0.1	2.17	43	38	<2	<0.01	<0.5	<1	4	15	2.47	0.04	20	0.03	14	122	0.01	1	157	9	4	9	2	0.01	58	11	19
TG-003684	179699.5	1600718	0.6	C	L	-2	-0.1	1.87	49	31	<2	<0.01	<0.5	<1	4	17	2.56	0.03	18	0.02	12	161	0.01	1	148	11	0	9	1	0.01	51	12	18
TG-003685																																	

SAMPLE	UTM - E	UTM - N	PROF	HORIZONTE	ORGANICS	Gold	Silver	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdenum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Escandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Zinc	Zirconio
TG-003719	179855.3	1600939	0.3	B	M	-2	-0.1	1.51	16	160	<2	0.06	<0.5	7	8	11	2.33	0.1	28	0.07	436	5	0.01	3	311	10	3	4	10	0.1	91	27	10
TG-003720	179855.3	1600939	0.65	C	L	-2	0.2	1.58	18	180	3	0.04	<0.5	11	8	13	2.46	0.1	27	0.07	358	6	0.01	3	270	11	4	4	9	0.11	95	29	19
TG-003721	179855.9	1600964	0.3	B	M	-2	-0.1	2.49	15	228	3	0.04	<0.5	7	8	12	2.47	0.1	21	0.1	409	6	0.01	4	336	9	0	5	10	0.09	97	33	13
TG-003722	179855.9	1600964	0.65	C	L	2	-0.1	2.5	18	217	<2	0.01	<0.5	6	8	15	2.61	0.1	24	0.08	301	6	0.01	4	254	10	0	7	8	0.1	104	30	22
TG-003723	179856.6	1600989	0.2	B	M	2	-0.1	1.38	47	76	<2	<0.01	<0.5	2	3	6	1.43	0.1	15	0.03	35	10	0.01	2	228	13	0	2	5	0.02	29	15	8
TG-003724	179856.6	1600989	0.65	C	L	3	0.1	0.89	52	55	<2	<0.01	<0.5	1	2	4	1.13	0.09	13	0.01	11	8	0.01	1	190	8	0	2	3	<0.01	16	9	5
TG-003725	179857.3	1601014	0.3	B	M	-2	0.2	1.94	20	144	<2	0.03	<0.5	5	6	10	2.12	0.08	14	0.07	155	5	0.01	3	274	11	4	5	9	0.06	75	27	12
TG-003726	179857.3	1601014	0.6	C	L	-2	-0.1	2.41	23	150	<2	0.02	<0.5	5	6	12	2.2	0.08	16	0.07	142	5	0.01	3	256	15	0	6	8	0.07	76	29	22
TG-003727	179857.9	1601039	0.2	B	M	3	0.1	2.52	24	302	<2	0.11	<0.5	17	8	22	2.72	0.09	23	0.1	1805	5	0.02	4	309	18	5	9	19	0.09	81	39	24
TG-003728	179857.9	1601039	0.5	C	L	-2	0.1	2.72	20	811	<2	0.1	<0.5	33	13	24	3.69	0.1	29	0.1	5415	6	0.01	5	320	18	5	12	20	0.12	108	51	27
TG-003729	179858.6	1601063	0.2	B	M	2	-0.1	1.3	82	119	<2	0.06	<0.5	6	2	8	1.78	0.12	32	0.06	257	6	0.01	1	279	21	2	4	14	0.03	33	30	7
TG-003730	179858.6	1601063	0.55	C	L	4	0.1	1.19	103	117	<2	0.06	<0.5	7	2	7	2.01	0.12	29	0.06	326	6	0.01	1	275	14	0	4	14	0.02	31	28	6
TG-003731	179859.2	1601088	0.2	B	M	-2	2	1.03	35	864	<2	0.03	<0.5	3	2	6	1.22	0.07	29	0.22	265	3	0.03	2	206	23	5	3	31	0.01	16	110	5
TG-003732	179859.2	1601088	0.65	C	L	4	0.1	0.91	30	735	<2	0.03	<0.5	3	1	6	1.11	0.06	29	0.24	375	4	0.03	2	225	11	8	3	36	<0.01	13	104	4
TG-003733	179859.9	1601113	0.25	B	M	-2	0.2	1.59	71	93	2	<0.01	<0.5	1	2	6	1.93	0.08	37	0.28	179	7	0.02	<1	253	21	2	3	7	0.01	25	93	7
TG-003734	179859.9	1601113	0.6	C	L	-2	-0.1	1.49	75	97	<2	<0.01	<0.5	<1	2	6	2.08	0.08	29	0.36	206	7	0.02	1	267	20	4	3	6	<0.01	25	113	5
TG-003735	179860.5	1601138	0.25	B	M	4	-0.1	1.3	17	426	<2	0.04	<0.5	3	3	6	1.37	0.08	29	0.18	148	<1	0.02	1	212	15	0	4	16	0.06	25	35	24
TG-003736	179860.5	1601138	0.6	C	L	-2	-0.1	1.05	19	1247	<2	0.04	<0.5	3	2	5	1.39	0.06	26	0.2	141	1	0.02	<1	240	16	0	5	19	0.03	21	38	14
TG-003737	179861.2	1601163	0.2	B	M	-2	0.2	1.63	44	109	<2	<0.01	<0.5	3	2	4	1.7	0.09	43	0.33	208	1	0.02	1	314	30	0	3	8	<0.01	15	79	2
TG-003738	179861.2	1601163	0.6	C	L	5	-0.1	1.3	62	105	<2	<0.01	<0.5	2	3	6	1.67	0.08	42	0.29	129	1	0.01	2	359	20	4	2	7	<0.01	14	69	2
TG-003739	179925.6	1601712	0.2	B		2	0.2	2.09	109	136	<2	<0.01	<0.5	2	2	6	2.76	0.2	22	0.31	93	23	0.01	1	279	15	3	4	16	<0.01	29	70	6
TG-003740	179925.6	1601712	0.6	C		-2	-0.1	2.56	60	163	<2	<0.01	<0.5	2	3	5	3.31	0.21	26	0.39	88	7	0.01	2	278	19	0	7	24	<0.01	24	91	4
TG-003741	179926.2	1601737	0.2	B		-2	-0.1	1.11	105	310	<2	0.12	<0.5	4	2	3	1.84	0.07	30	0.34	208	2	0.02	1	383	17	0	2	134	<0.01	17	61	2
TG-003742	179926.2	1601737	0.6	C		3	-0.1	0.83	129	241	<2	0.12	<0.5	3	1	3	1.57	0.06	28	0.27	163	1	0.03	1	476	18	4	2	157	<0.01	11	42	<2
TG-003743	179926.9	1601762	0.2	B		2	-0.1	1.5	0	106	<2	<0.01	<0.5	2	1	2	1.38	0.15	10	0.26	74	<1	0.02	<1	185	10	0	4	12	0.02	35	42	7
TG-003744	179926.9	1601762	0.5	C		-2	-0.1	1.88	8	248	<2	<0.01	<0.5	4	2	4	2.3	0.21	25	0.47	153	<1	0.03	<1	235	12	0	7	26	0.02	42	78	4
TG-003745	179927.5	1601787	0.1	B		2	-0.1	1.37	0	120	<2	0.01	<0.5	2	2	4	1.65	0.14	3	0.19	82	<1	0.01	1	239	7	0	2	13	0.02	45	47	5
TG-003746	179927.5	1601787	0.5	C		3	-0.1	2.1	5	178	<2	0.02	<0.5	4	2	6	2.2	0.26	12	0.36	103	<1	0.01	<1	289	10	0	4	30	<0.01	41	76	7
TG-003747	179928.2	1601812	0.1	B		4	-0.1	2.92	10	270	<2	0.01	<0.5	19	5	12	2.62	0.12	9	0.18	406	2	0.01	3	183	14	0	9	13	0.16	94	40	61
TG-003748	179928.2	1601812	0.5	C		3	-0.1	3.02	11	266	<2	<0.01	<0.5	10	4	11	2.55	0.14	16	0.18	287	2	0.01	2	174	13	0	9	15	0.13	77	45	57
TG-003749	179928.8	1601837	0.1	B		-2	-0.1	3.1	12	139	<2	0.04	<0.5	6	6	14	3.24	0.15	18	0.16	197	2	0.01	3	268	15	0	7	21	0.12	104	50	52
TG-003750	179928.8	1601837	0.5	C		3	-0.1	3.62	11	123	<2	0.01	<0.5	5	7	16	3.39	0.16	21	0.16	172	2	0.01	4	194	17	6	10	14	0.14	104	55	58
TG-003751	179929.5	1601862	0.1	B		-2	-0.1	1.19	14	58	<2	<0.01	<0.5	3	4	16	1.91	0.1	9	0.06	80	4	<0.01	2	88	20	0	1	5	0.03	56	37	8
TG-003752	179929.5	1601862	0.6	C		5	0.1	2.16	26	65	<2	<0.01	<0.5	2	2	12	3.14	0.15	8	0.07	32	5	<0.01	<1	69	12	0	4	3	<0.01	50	33	13
TG-003753	179930.1	1601887	0.1	B		4	-0.1	1.15	40	75	<2	<0.01	<0.5	1	2	7	2.1	0.25	17	0.17	66	8	<0.01	<1	136	16	0	3	8	<0.01	27	46	2
TG-003754	179930.1	1601887	0.5	C		5	-0.1	1.35	28	106	<2	<0.01	<0.5	2	3	6	2.11	0.3	21	0.27	108	7	<0.01	1	112	18	0	4	4	<0.01	28	59	2
TG-003755	179930.8	1601912	0.08	C		-2	-0.1	1.47	9	201	<2	0.1	<0.5	10	3	6	2.36	0.36	20	0.37	1108	<1	<0.01	2	230	12	0	3	26	<0.01	23	66	<2
TG-003756	179931.5	1601937	0.1	C		-2	0.1	1.52	23	106	<2	<0.01	<0.5	6	4	11	2.17	0.15	15	0.2	381	1	<0.01	2	188	14	0	2	14	0.03	52	45	2
TG-003757	179932.1	1601962	0.05	B		-2	0.2	1.76	27	89	<2	<0.01	<0.5	2	2	8	1.43	0.15	12	0.07	29	1	<0.01	<1	57	9	0	4	10	<0.01	17	18	8
TG-003758	179932.1	1601962	0.5	C		-2	-0.1	1.49	18	100	<2	<0.01	<0.5	1	2	6	1.03	0.14	11	0.12	29	2	0.01	<1	48	7	0	3	12	<0.01	10	21	4
TG-003759	179932.8	1601987	0.1	B		-2	-0.1	1.74	22	79	<2	<0.01	<0.5	4	4	13	2.33	0.24	12	0.14	132	2	<0.01	1	102	15	0	4	13	0.03	59	47	20
TG-003760	179932.8	1601987	0.5	C		-2	-0.1	2.05	24	85	<2	<0.01	<0.5	5	5	10	3.11	0.27	13	0.13	145	2	<0.01	1	55	18	0	5	8	0.06	78	45	30
TG-003761	179933.4	1602012	0.1	B		-2	-0.1	1.46	16	97	<2	<0.01	<0.5	3	2	7	1.87	0.34	61	0.21	145	3	<0.01	<1	107	41	0	3	15	<0.01	31	73	3
TG-003762	179933.4	1602012	0.4	C		-2	-0.1	1.26	16	168	<2	<0.01	<0.5	5	2	6	1.7	0.43	68	0.26	162	2	<0.01	<1	68	30	0	3	17	<0.01	25	67	3
TG-003763	179934.1	1602037	0.1	B																													

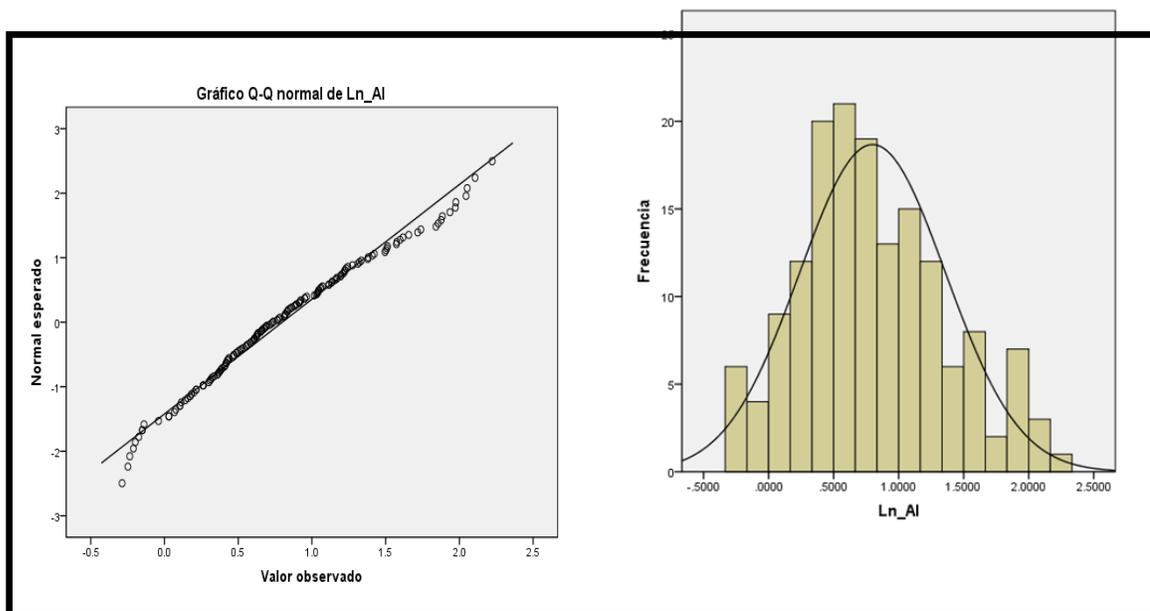
SAMPLE	UTM - E	UTM - N	PROF	HORIZONTE	ORGANICS	Gold	Silver	Aluminum	Arsenic	Barium	Bismuth	Calcium	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Iron	Potassium	Lanthanum	Magnesium	Manganese	Molybdenum	Sodium	Nickel	Phosphorous	Lead	Antimony	Escandio	Strontium	Titanium	Vanadium	Zinc	Zirconio
TG-003797	180079.4	1601858	0.05			-2	-0.1	1.36	17	203	<2	0.04	<0.5	7	2	3	2.73	0.33	14	0.4	1186	3	<0.01	1	284	15	0	2	12	<0.01	19	83	<2
TG-003798	180078.8	1601833	0.05			-2	-0.1	1.35	15	210	<2	0.04	<0.5	8	2	3	2.74	0.32	14	0.4	1202	3	<0.01	1	286	16	0	2	12	<0.01	19	88	<2
TG-003799	180078.1	1601808	0.1	B		-2	-0.1	2.32	60	95	<2	0.09	<0.5	4	2	7	3.3	0.4	49	0.44	148	8	0.03	1	153	28	0	3	40	<0.01	14	99	4
TG-003800	180078.1	1601808	0.4	C		-2	-0.1	1.12	29	38	<2	0.04	<0.5	2	1	4	1.54	0.23	29	0.21	88	3	0.01	<1	87	16	0	2	19	<0.01	7	59	2
TG-003801	180077.5	1601783	0.1	B		-2	-0.1	0.82	20	81	<2	0.02	<0.5	3	4	5	1.45	0.18	15	0.1	142	3	<0.01	1	96	7	0	1	16	0.04	47	33	<2
TG-003802	180077.5	1601783	0.5	C		-2	-0.1	0.91	21	77	<2	<0.01	<0.5	1	2	5	1.45	0.19	17	0.13	57	3	<0.01	<1	76	7	0	2	14	0.03	32	40	4
TG-003803	180076.8	1601758	0.1	B		-2	0.2	0.78	47	63	<2	<0.01	<0.5	4	4	21	1.52	0.16	19	0.1	164	5	<0.01	2	101	31	0	1	10	0.05	50	63	<2
TG-003804	180076.8	1601758	0.4	C		-2	-0.1	0.95	72	78	<2	<0.01	<0.5	2	3	6	1.57	0.18	26	0.12	67	7	<0.01	<1	96	11	3	2	11	0.02	31	50	4
TG-003805	180076.2	1601733	0.1	B		-2	0.1	0.96	65	65	<2	<0.01	<0.5	2	3	8	1.63	0.19	25	0.1	90	7	<0.01	<1	96	12	4	1	16	0.03	39	46	10
TG-003806	180076.2	1601733	0.4	C		-2	-0.1	2.04	106	84	<2	<0.01	<0.5	3	3	13	2.49	0.22	24	0.12	74	10	<0.01	1	90	24	6	4	9	0.04	43	65	25
TG-003807	180075.5	1601708	0.1	B		-2	-0.1	1.93	102	95	<2	<0.01	<0.5	1	3	10	2.73	0.24	27	0.08	77	3	<0.01	<1	300	12	2	3	8	<0.01	49	44	8
TG-003808	180075.5	1601708	0.6	C		-2	0.1	2.79	117	122	<2	<0.01	<0.5	1	2	13	3.5	0.25	29	0.11	67	4	<0.01	<1	299	15	3	6	6	<0.01	51	53	13
TG-003809	181589.7	1599368	0.2	B	M	-2	0.2	7.19	8	803	2	<0.01	<0.5	14	17	52	7.13	0.13	15	0.09	283	<1	0.01	13	162	13	0	19	19	0.47	188	56	152
TG-003810	181589.7	1599368	0.4	C	L	-2	-0.1	8.83	0	1409	<2	<0.01	<0.5	46	18	56	7.68	0.19	10	0.09	1300	<1	0.01	18	85	19	0	28	15	0.56	193	78	161
TG-003811	181602	1599379	0.2	B	M	-2	-0.1	2.35	0	74	<2	<0.01	<0.5	1	3	14	2.09	0.13	10	0.05	34	<1	<0.01	1	59	11	0	8	5	0.02	53	19	28
TG-003812	181602	1599379	0.6	C	L	-2	-0.1	1.71	0	52	<2	<0.01	<0.5	<1	3	12	1.9	0.14	11	0.04	24	<1	<0.01	<1	34	10	0	6	3	0.01	37	17	17
TG-003813	181626	1599406	0.2	B	M	-2	-0.1	8.22	9	793	<2	<0.01	<0.5	8	10	48	6.13	0.21	10	0.1	135	<1	<0.01	8	108	16	0	18	12	0.35	147	44	177
TG-003814	181626	1599406	0.6	C	L	25	-0.1	7.37	9	1041	<2	<0.01	<0.5	8	9	45	5.74	0.2	9	0.11	162	1	<0.01	7	80	17	0	21	11	0.35	134	42	187
TG-003815	181641.2	1599426	0.3	B	M	2	-0.1	2.43	16	84	<2	<0.01	<0.5	1	4	16	2.71	0.2	12	0.03	40	2	<0.01	1	111	8	0	9	3	0.03	52	19	27
TG-003816	181641.2	1599426	0.6	C	L	11	0.3	1.98	13	77	<2	<0.01	<0.5	<1	3	12	2.31	0.17	12	0.02	26	2	<0.01	1	79	8	0	8	2	0.02	45	15	24
TG-003817	181663.7	1599443	0.3	B	M	-2	0.1	7.21	10	1208	<2	<0.01	<0.5	12	10	44	5.61	0.2	10	0.1	155	<1	<0.01	8	74	17	0	20	14	0.37	143	50	186
TG-003818	181663.7	1599443	0.6	C	L	-2	-0.1	7.46	9	1322	<2	<0.01	<0.5	14	9	46	5.62	0.19	10	0.1	175	<1	0.01	8	60	18	0	20	15	0.37	144	54	183
TG-003819	181677.2	1599465	0.2	B	M	-2	-0.1	2.41	0	302	<2	<0.01	<0.5	4	6	16	2.68	0.15	8	0.05	101	<1	<0.01	3	63	8	0	8	11	0.14	78	23	59
TG-003820	181677.2	1599465	0.6	C	L	-2	0.2	2.54	5	275	<2	<0.01	<0.5	3	6	15	2.35	0.16	14	0.05	67	<1	<0.01	3	62	7	0	8	11	0.11	66	22	52
TG-003821	181692.6	1599477	0.2	B	M	10	0.5	1.43	12	107	<2	<0.01	<0.5	4	3	9	1.97	0.22	15	0.07	280	2	<0.01	1	127	14	0	4	5	0.03	40	30	15
TG-003822	181692.6	1599477	0.6	C	L	-2	-0.1	2.58	17	246	<2	<0.01	<0.5	13	5	17	3.19	0.31	25	0.08	662	2	<0.01	3	214	22	0	8	5	0.09	69	41	35
TG-003823	181705.2	1599502	0.2	B	M	-2	-0.1	1.55	8	121	<2	<0.01	<0.5	5	4	9	2.46	0.17	5	0.07	390	3	<0.01	1	148	8	0	3	11	0.04	54	26	11
TG-003824	181705.2	1599502	0.6	C	L	-2	-0.1	1.57	9	126	<2	<0.01	<0.5	6	5	11	2.56	0.16	6	0.07	362	3	<0.01	2	166	9	0	3	11	0.04	56	30	12
TG-003825	181723.5	1599514	0.3	B	M	-2	0.1	1.69	0	239	<2	0.03	<0.5	8	6	10	2.53	0.14	10	0.08	758	1	<0.01	2	116	8	0	4	19	0.08	79	32	9
TG-003826	181723.5	1599514	0.6	C	L	-2	-0.1	1.43	5	216	<2	0.01	<0.5	7	6	10	2.42	0.12	10	0.08	488	1	<0.01	2	98	7	0	4	16	0.07	80	31	12
TG-003827	181739.1	1599534	0.2	B	M	-2	-0.1	1.87	6	472	<2	0.12	<0.5	6	4	13	1.78	0.25	30	0.1	1876	<1	<0.01	3	137	15	0	4	28	0.04	44	58	5
TG-003828	181739.1	1599534	0.5	C	L	-2	0.2	1.87	6	423	<2	0.12	<0.5	6	4	13	1.82	0.29	31	0.11	1947	<1	<0.01	3	119	15	0	5	29	0.04	46	56	6
TG-003829	181747.3	1599544	0.2	B	M	-2	0.1	1.48	0	248	<2	0.05	<0.5	5	3	28	1.37	0.28	11	0.11	468	1	<0.01	2	131	44	0	2	17	0.02	32	70	<2
TG-003830	181747.3	1599544	0.6	C	L	5	-0.1	1.28	5	198	<2	0.04	<0.5	3	2	6	1.23	0.31	9	0.12	229	<1	<0.01	2	91	17	0	2	17	<0.01	16	54	<2
TG-003831	181770.1	1599573	0.2	B	M	-2	-0.1	2.08	9	141	<2	<0.01	<0.5	2	2	7	1.36	0.26	42	0.06	70	2	<0.01	1	75	25	0	4	3	0.01	30	28	9
TG-003832	181770.1	1599573	0.5	C	L	5	-0.1	1.57	15	150	<2	<0.01	<0.5	2	1	5	1.24	0.41	63	0.06	52	2	<0.01	<1	62	27	0	4	1	<0.01	16	35	7
TG-003833	181795.6	1599592	0.2	B	M	6	-0.1	2.27	8	204	<2	<0.01	<0.5	5	11	9	1.98	0.24	33	0.12	211	1	<0.01	2	139	15	0	3	11	0.03	49	44	5
TG-003834	181795.6	1599592	0.6	C	L	11	-0.1	1.66	6	184	<2	<0.01	<0.5	3	3	7	1.78	0.25	30	0.12	130	3	<0.01	1	152	18	0	3	15	0.02	38	42	5
TG-003835	181796.1	1599612	0.2	B	M	7	-0.1	1.97	0	203	<2	0.02	<0.5	6	4	9	1.82	0.17	11	0.13	921	1	<0.01	2	142	14	0	2	18	0.04	51	47	3
TG-003836	181796.1	1599612	0.6	C	L	3	-0.1	1.9	0	189	<2	<0.01	<0.5	6	4	8	1.78	0.2	13	0.12	738	<1	<0.01	2	114	13	0	3	15	0.03	48	43	5
TG-003837	181821.8	1599637	0			-2	-0.1	0.69	0	100	<2	0.05	<0.5	4	2	2	0.72	0.37	37	0.05	660	<1	<0.01	<1	118	17	0	<1	14	<0.01	10	23	<2
TG-003838	181821.8	1599637	0.2	B	M	-2	-0.1	0.84	0	74	<2	0.01	<0.5	2	2	3	0.87	0.24	18	0.07	117	<1	<0.01	<1	69	9	0	1	10	0.01	19	24	<2
TG-003839	181849.1	1599651	0.6	C	L	-2	-0.1	0.79	0	70	<2	<0.01	<0.5	2	2	4	0.84	0.25	18	0.06	108	<1	<0.01	<1	61	8	0	1	10	0.01	17	23	<2
TG-003840	180879.8	1599951	0.2	B	L	-2	-0.1	3.75	6	404	<2	<0.01	<0.5	33	27	42	6.59	0.17	13	0.15	2120	1	0.01	10	178	18	0	14	21				

ANEXO 4**CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICAS DE ELEMENTOS CON
ANOMALÍAS NO SIGNIFICATIVAS EN MUESTRAS DE SUELO**

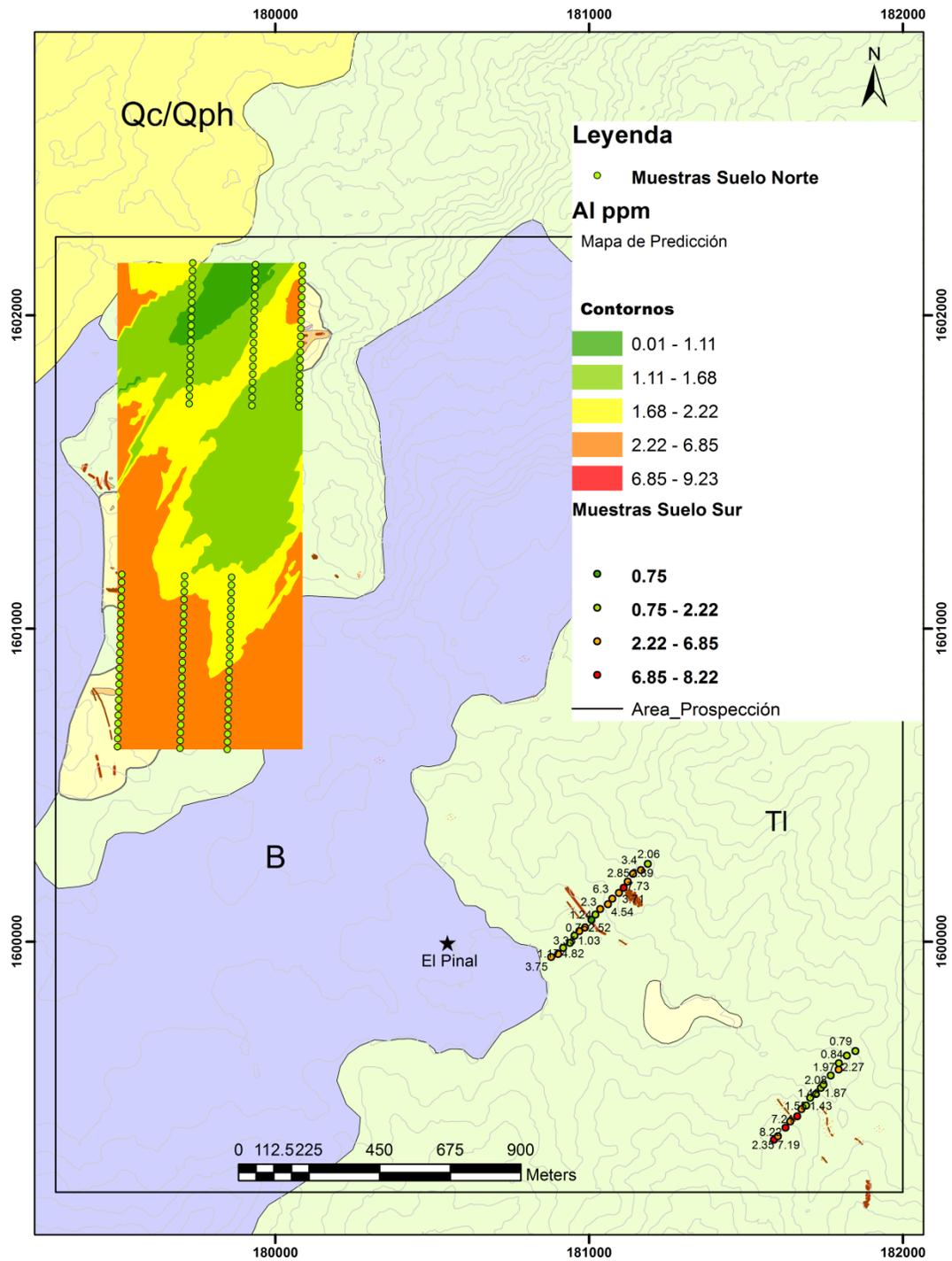
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL AI EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	,79917	,5625071	1,9242	-,2877	2,2225	158	2	160
ppm	2,2237		6,8496	0,75	9,23			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA AI EN MUESTRAS DE SUELO



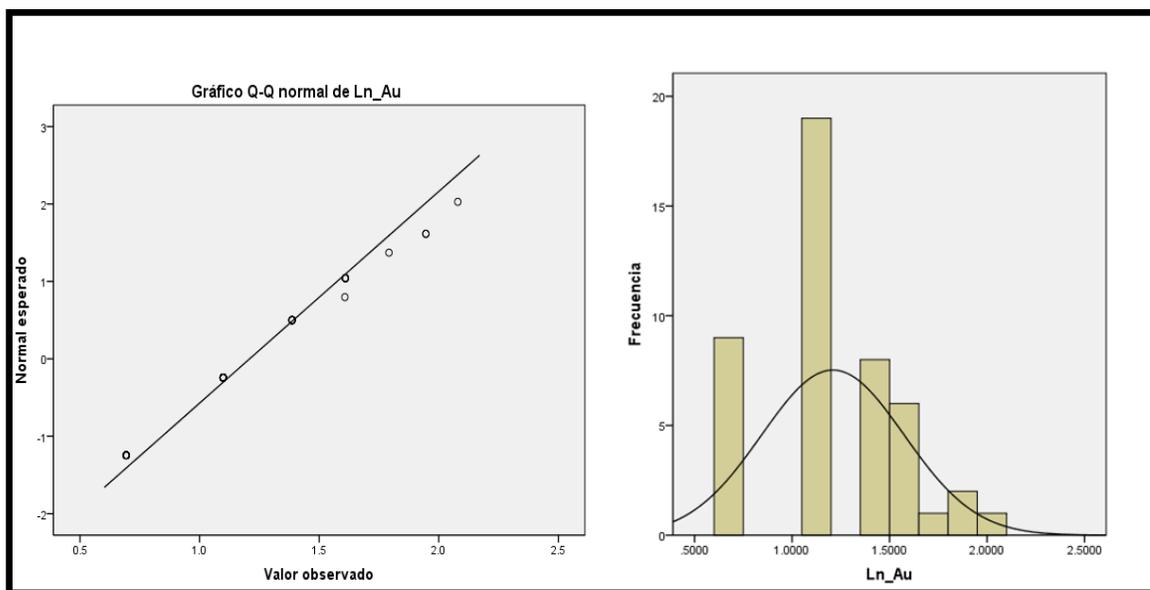
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DEAI EN MUESTRAS DE SUELO



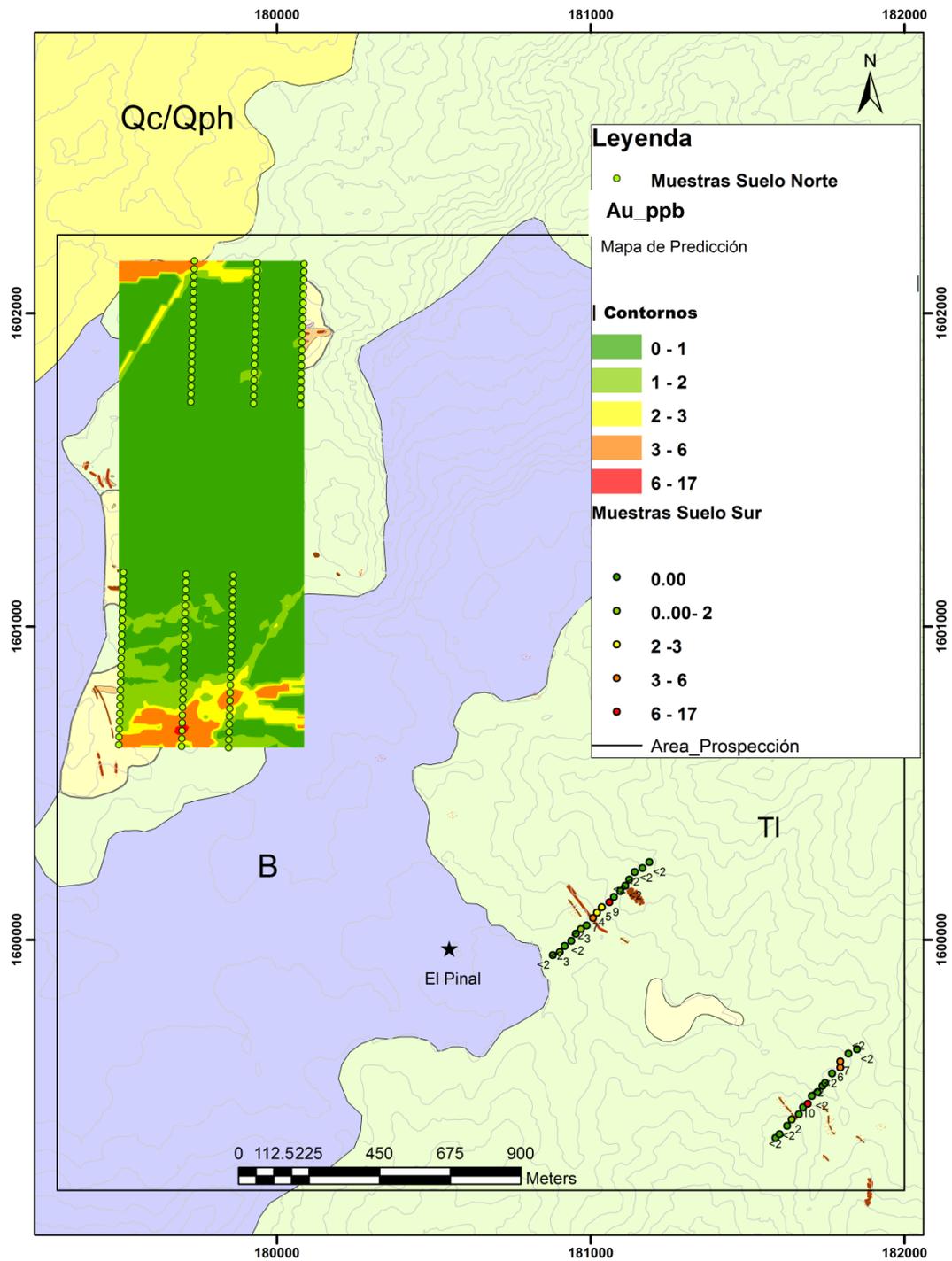
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Au EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,209130	,3658105	1,9407	0,6931	2,8332	46	114	160
ppb	2,6768		6,9636	2	17			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Au EN MUESTRAS DE SUELO



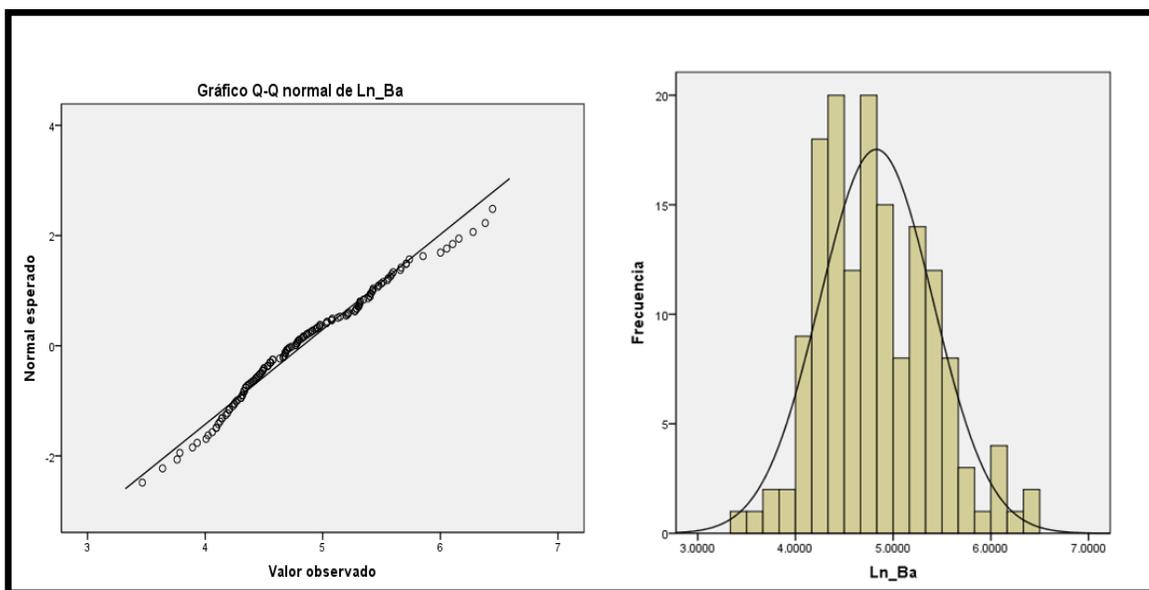
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE Au EN MUESTRAS DE SUELO



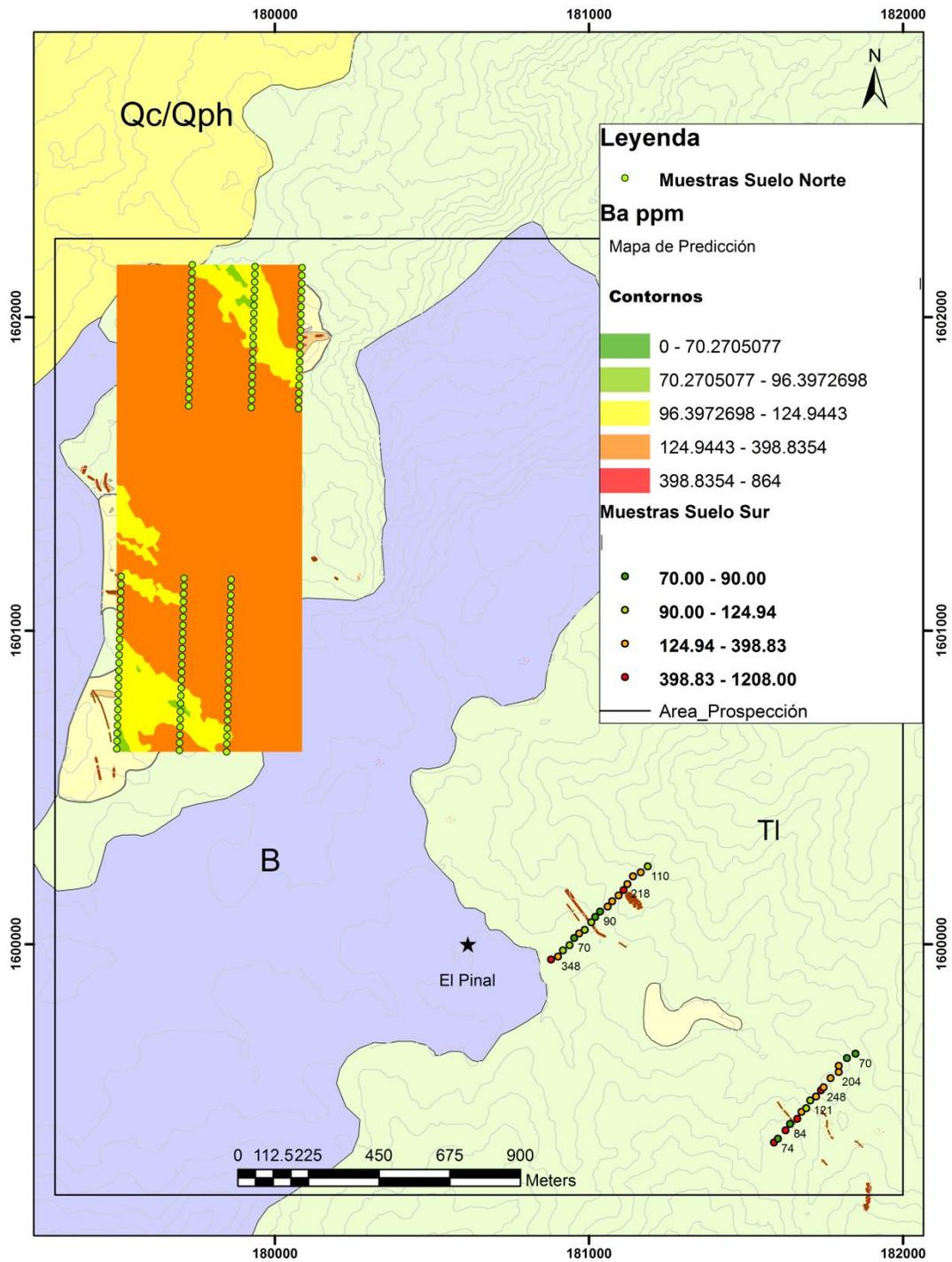
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Ba EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	4,827868	,5803405	5,9885	3,4657	6,9107	154	6	160
ppm	124,9443		398,8354	32	1003			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ba EN MUESTRAS DE SUELO



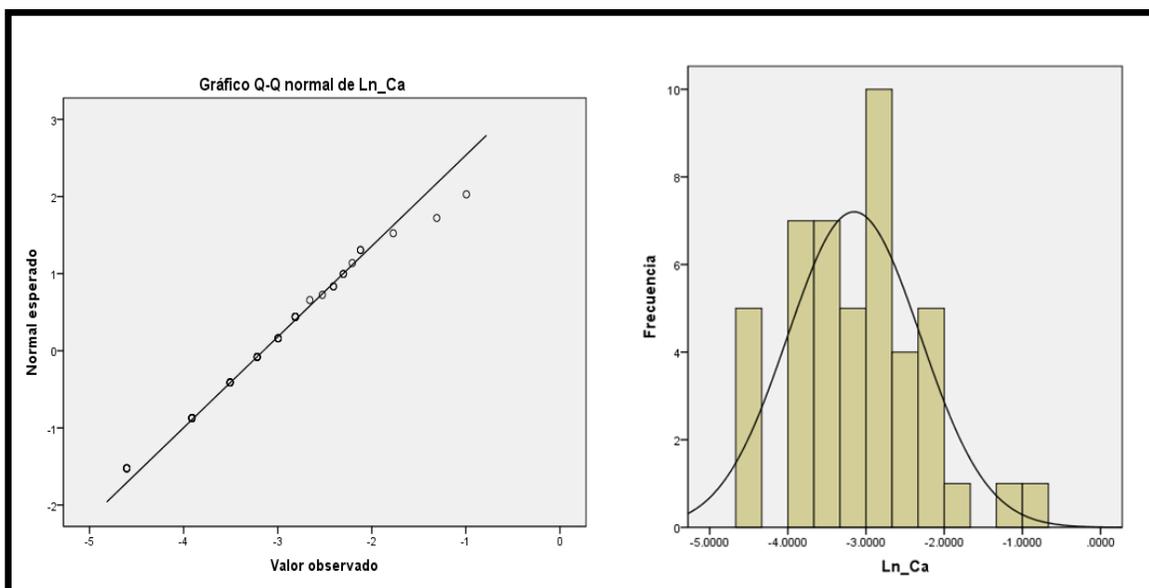
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE Ba EN MUESTRAS DE SUELO



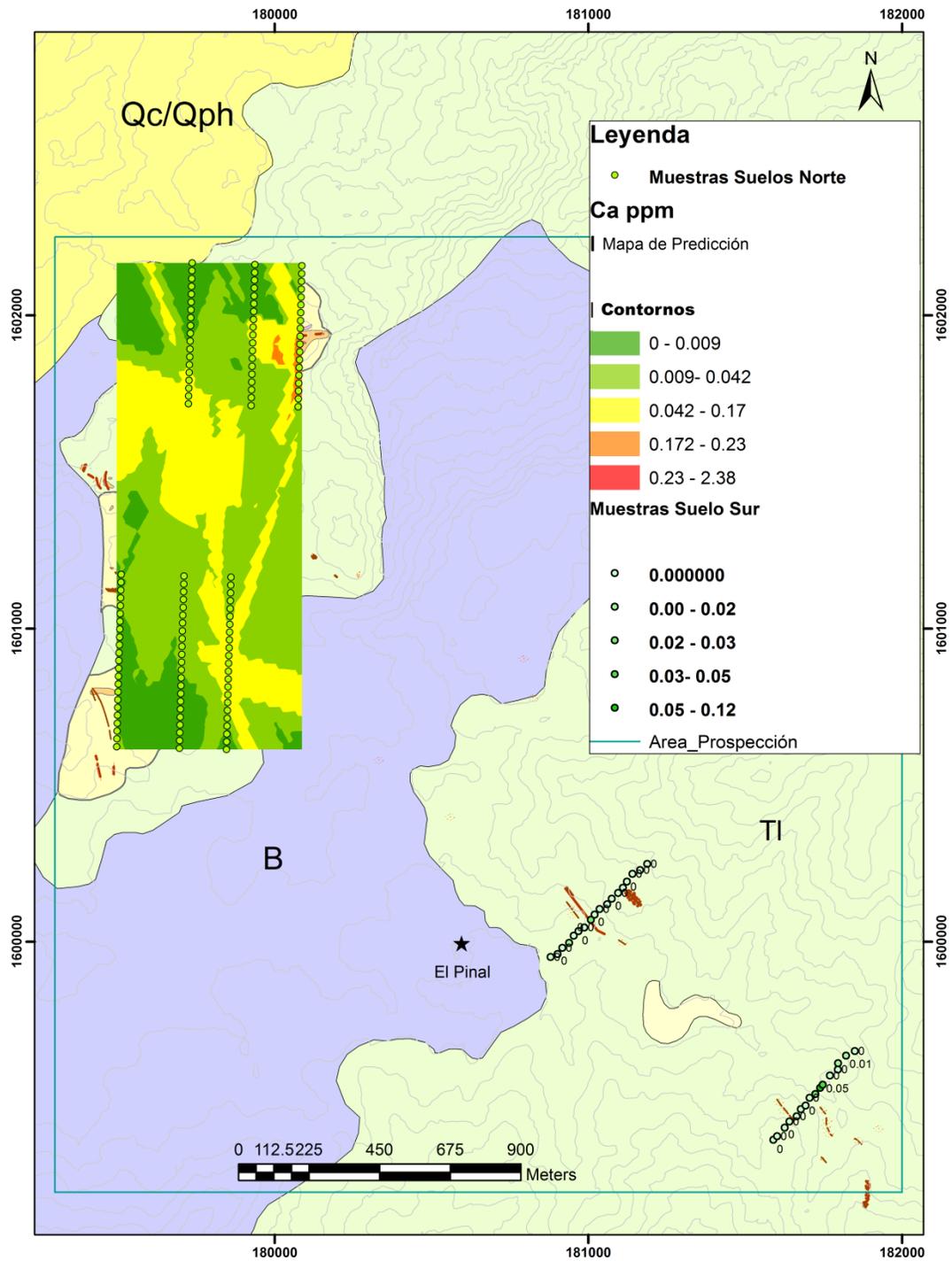
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Ca EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-3,153111	,8492129	-1,4547	-4,6052	-,9943	46	114	160
ppm	0,0427		0,2335	0,001	0,37			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ca EN MUESTRAS DE SUELO



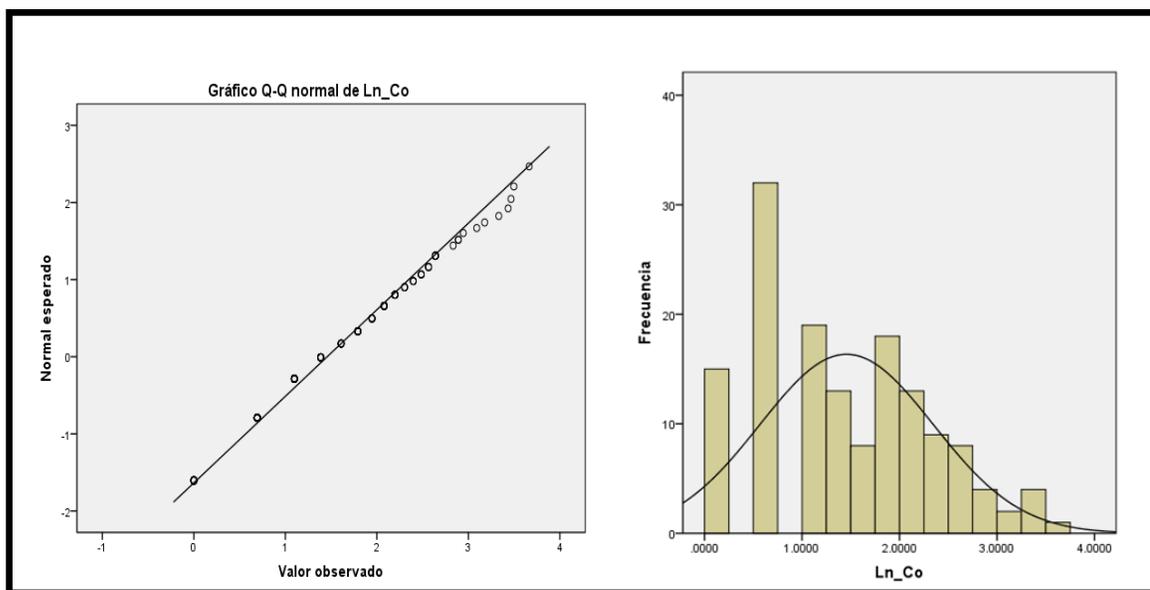
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE Ca EN MUESTRAS DE SUELO



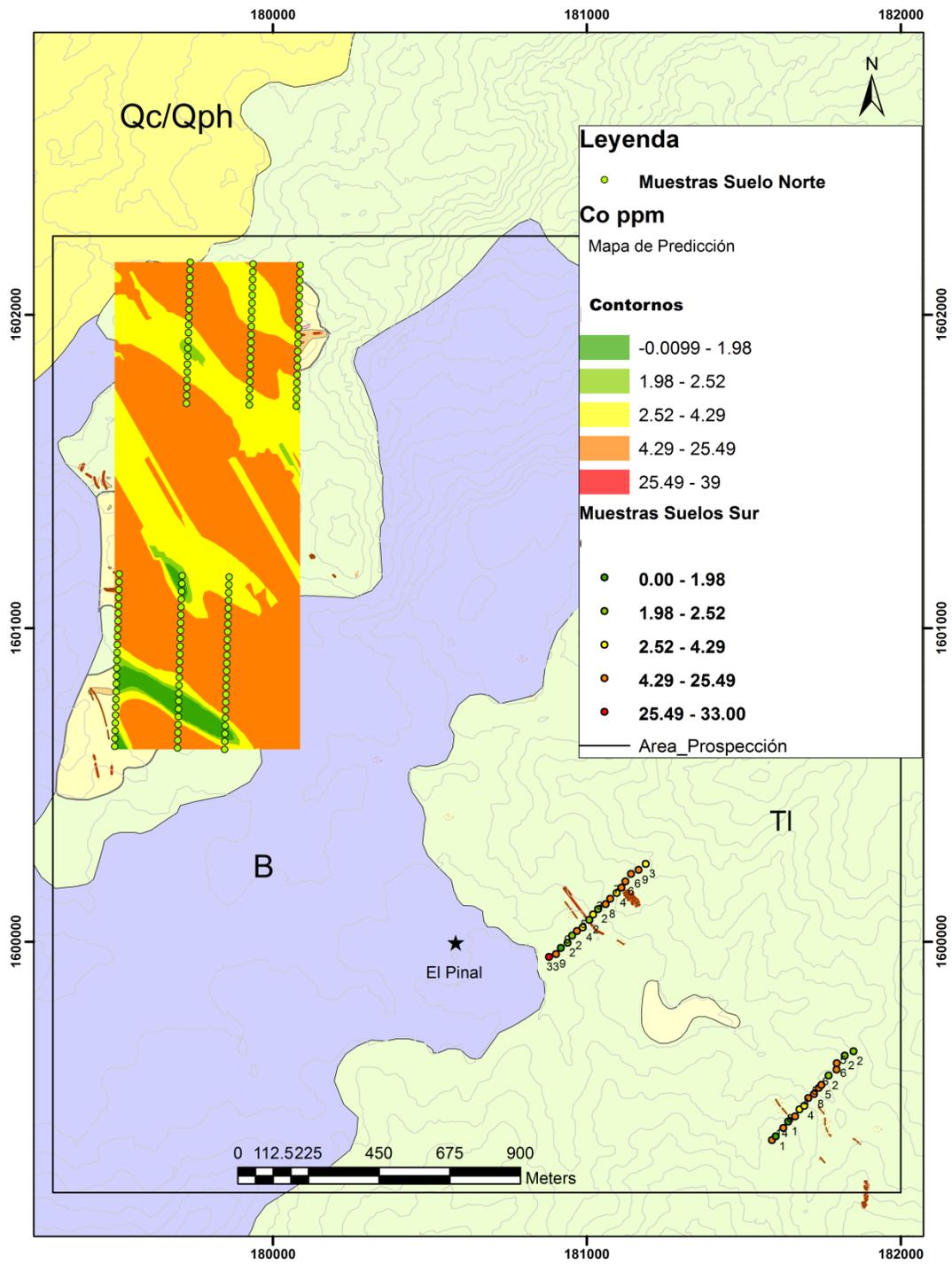
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Co EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,457014	,8907680	3,2385	,0000	3,6636	146	14	160
ppm	4,2931		25,4967	1	39			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Co EN MUESTRAS DE SUELO



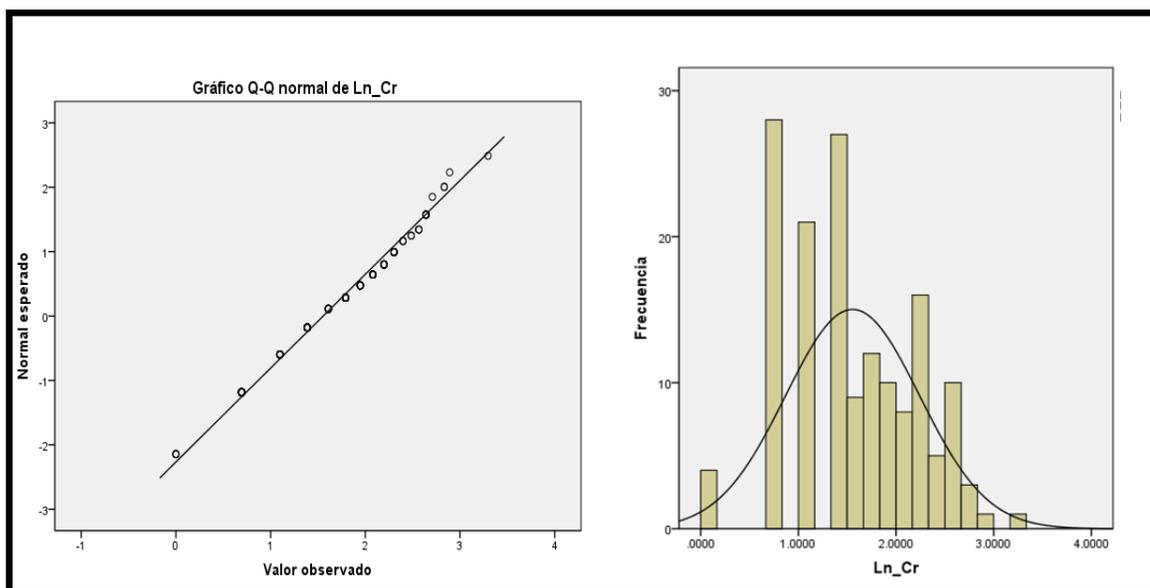
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE CO EN MUESTRAS DE SUELO



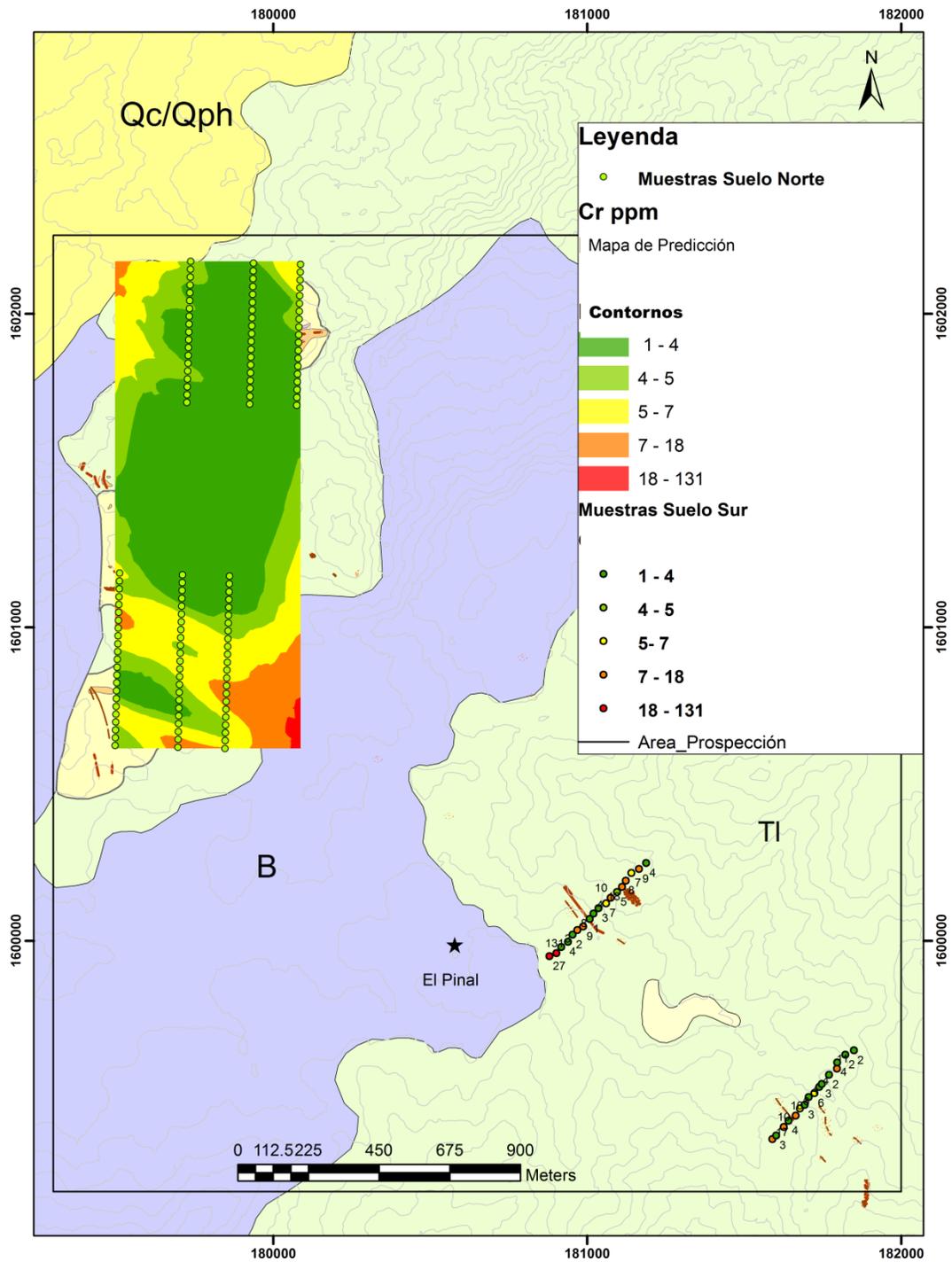
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Cr EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,554748	,6862077	2,9272	,0000	4,8751	155	5	160
ppm	4,7339		18,6746	1	131			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Cr EN MUESTRAS DE SUELO



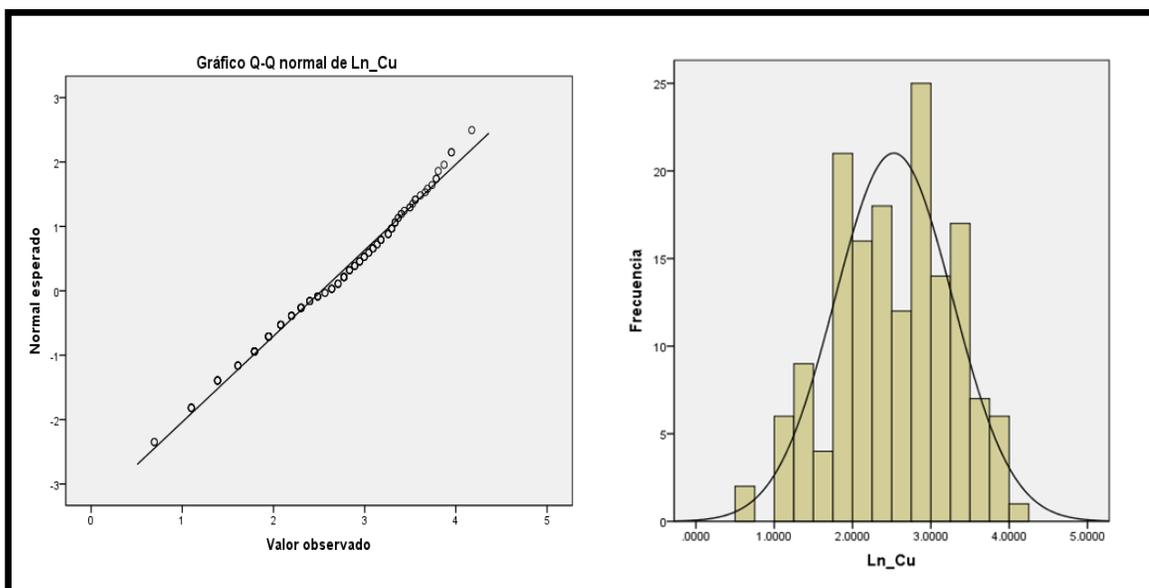
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DECrEN MUESTRAS DE SUELO



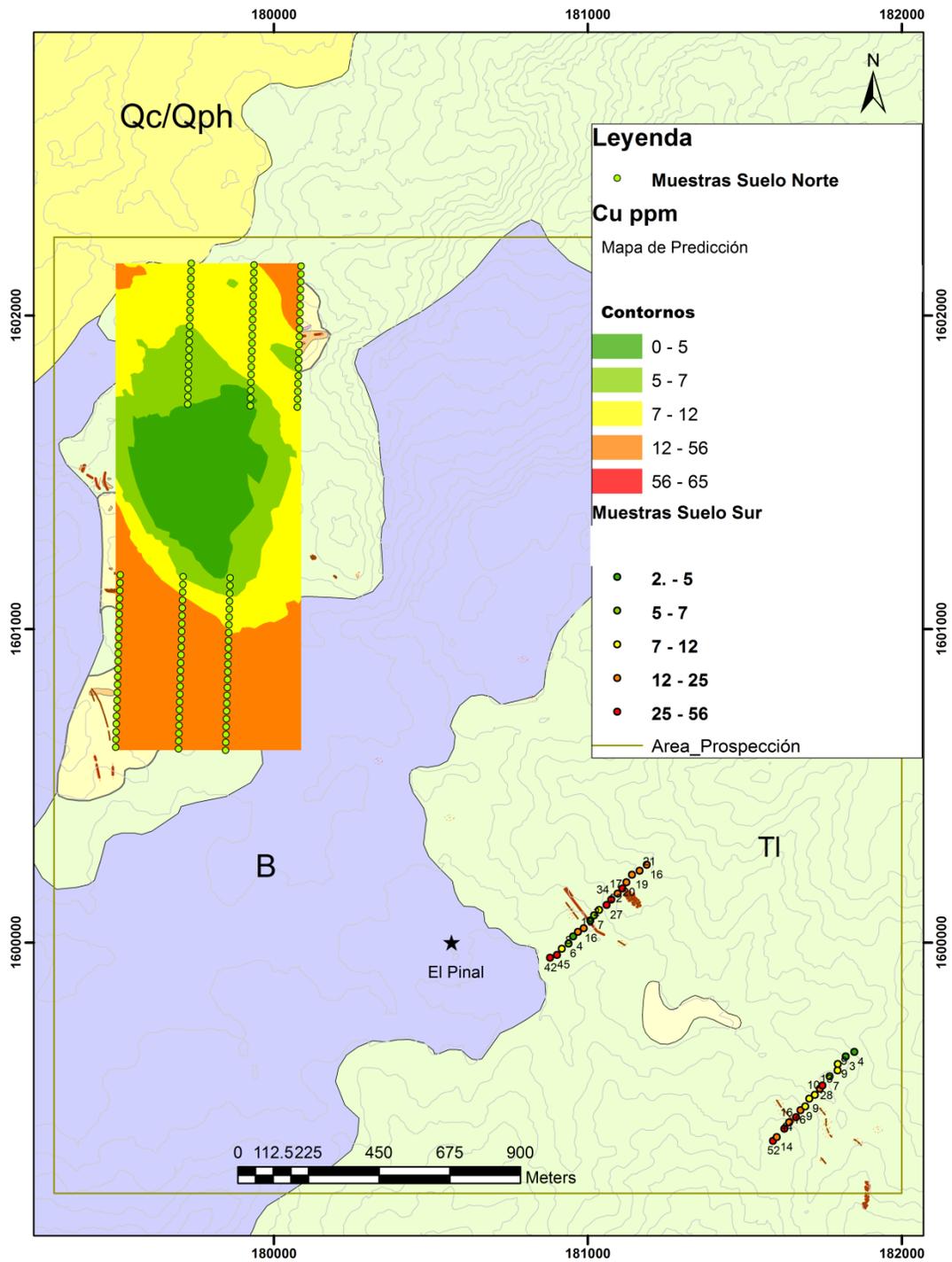
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Cu EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,5270	,74974	4,0265	,6931	4,1744	158	2	160
ppm	12,5160		56,0641	2	65			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Cu EN MUESTRAS DE SUELO



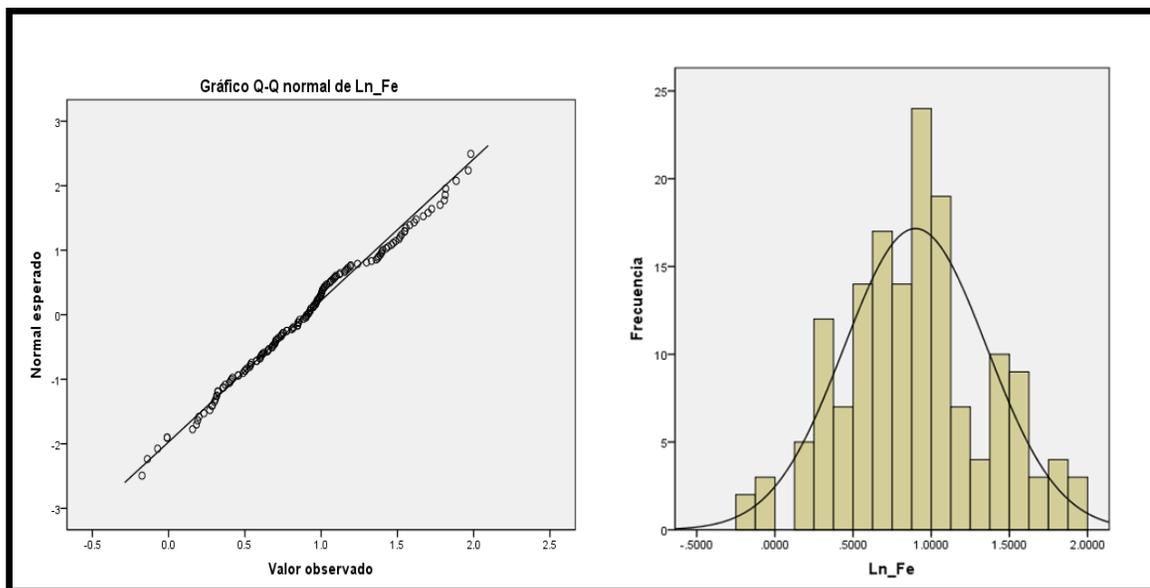
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE CU EN MUESTRAS DE SUELO



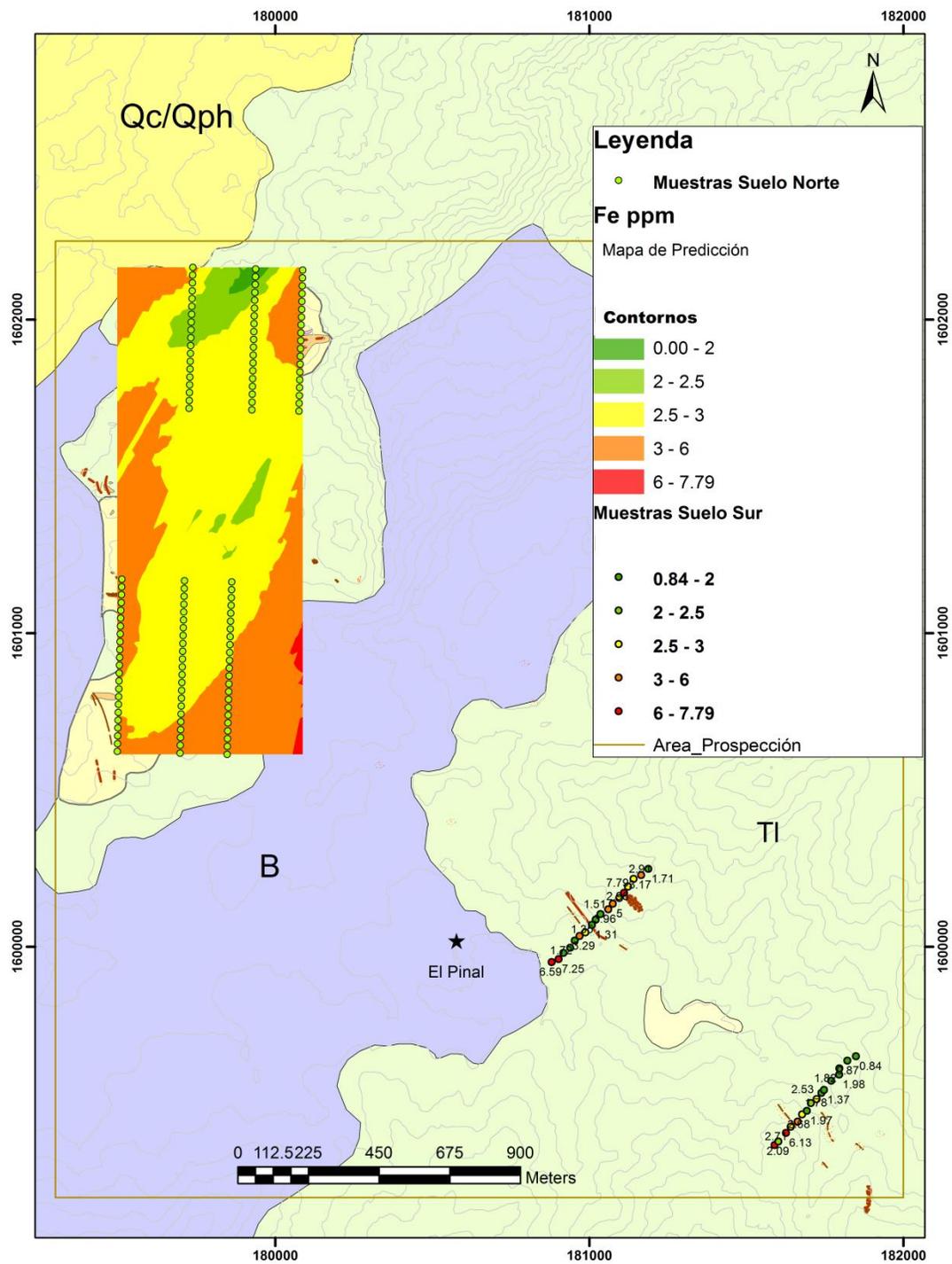
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Fe EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	,898912	,4562083	1,8113	-4,6052	2,0528	157	3	160
ppm	2,4569		6,1186	0,001	7,79			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Fe EN MUESTRAS DE SUELO



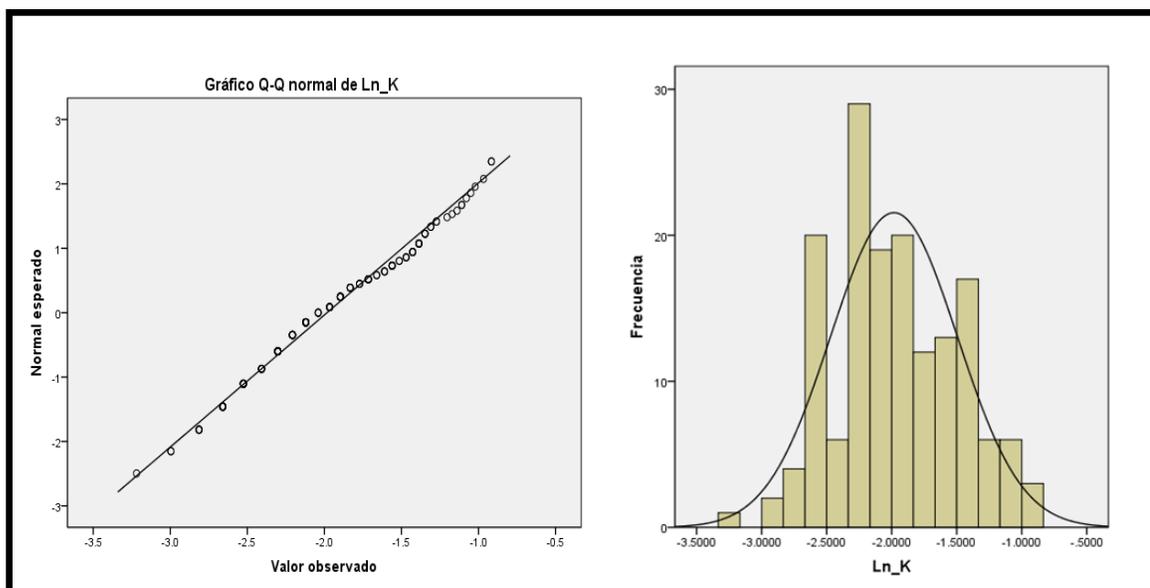
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE Fe EN MUESTRAS DE SUELO



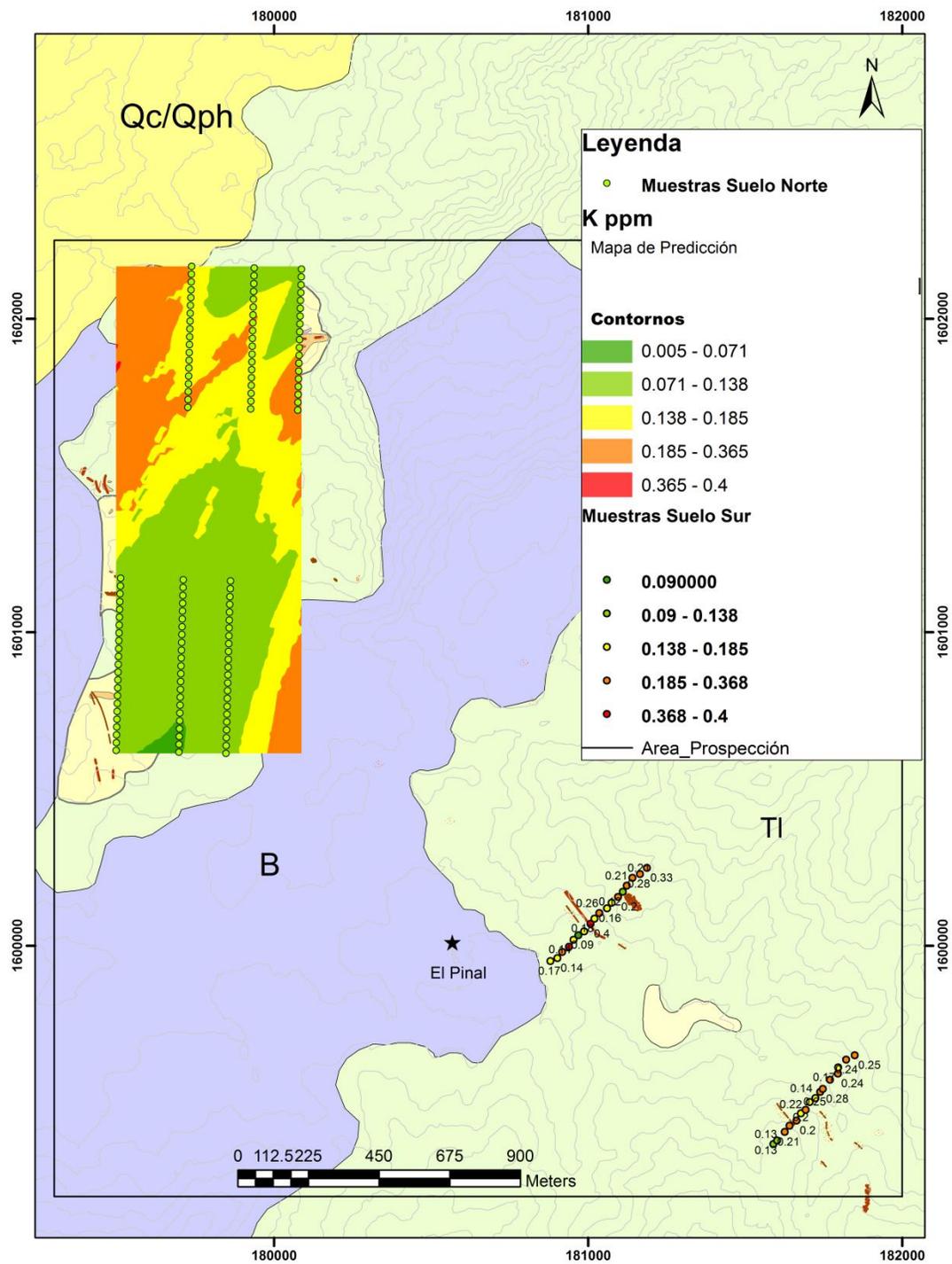
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL K EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-1,982805	,4874622	-1,0079	-3,2189	-,9163	158	2	160
ppm	0,1377		0,3650	0,04	0,4			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA K EN MUESTRAS DE SUELO



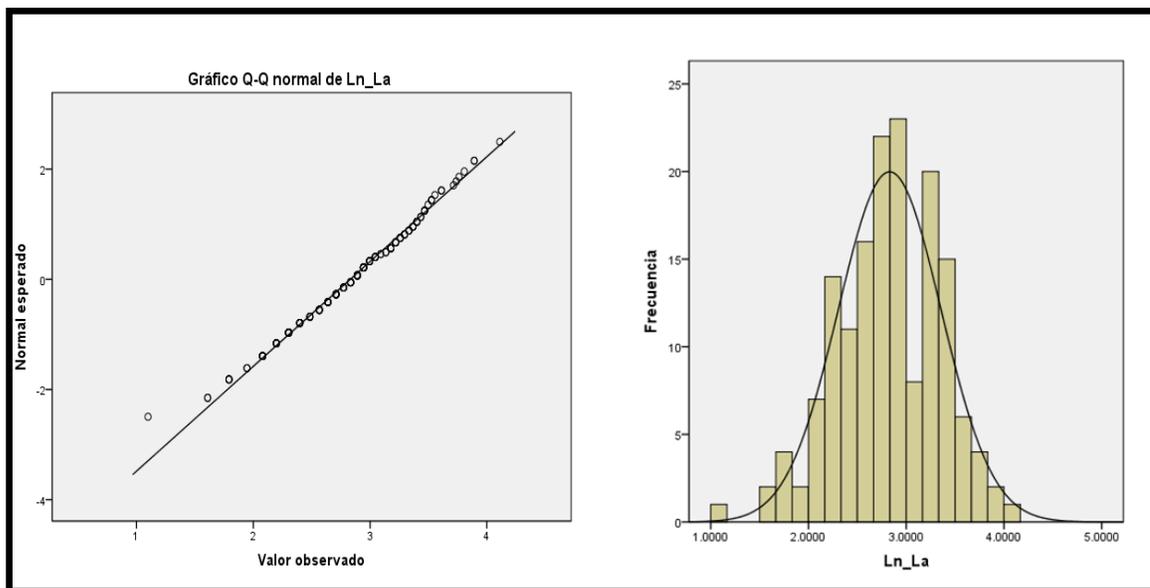
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE KEN MUESTRAS DE SUELO



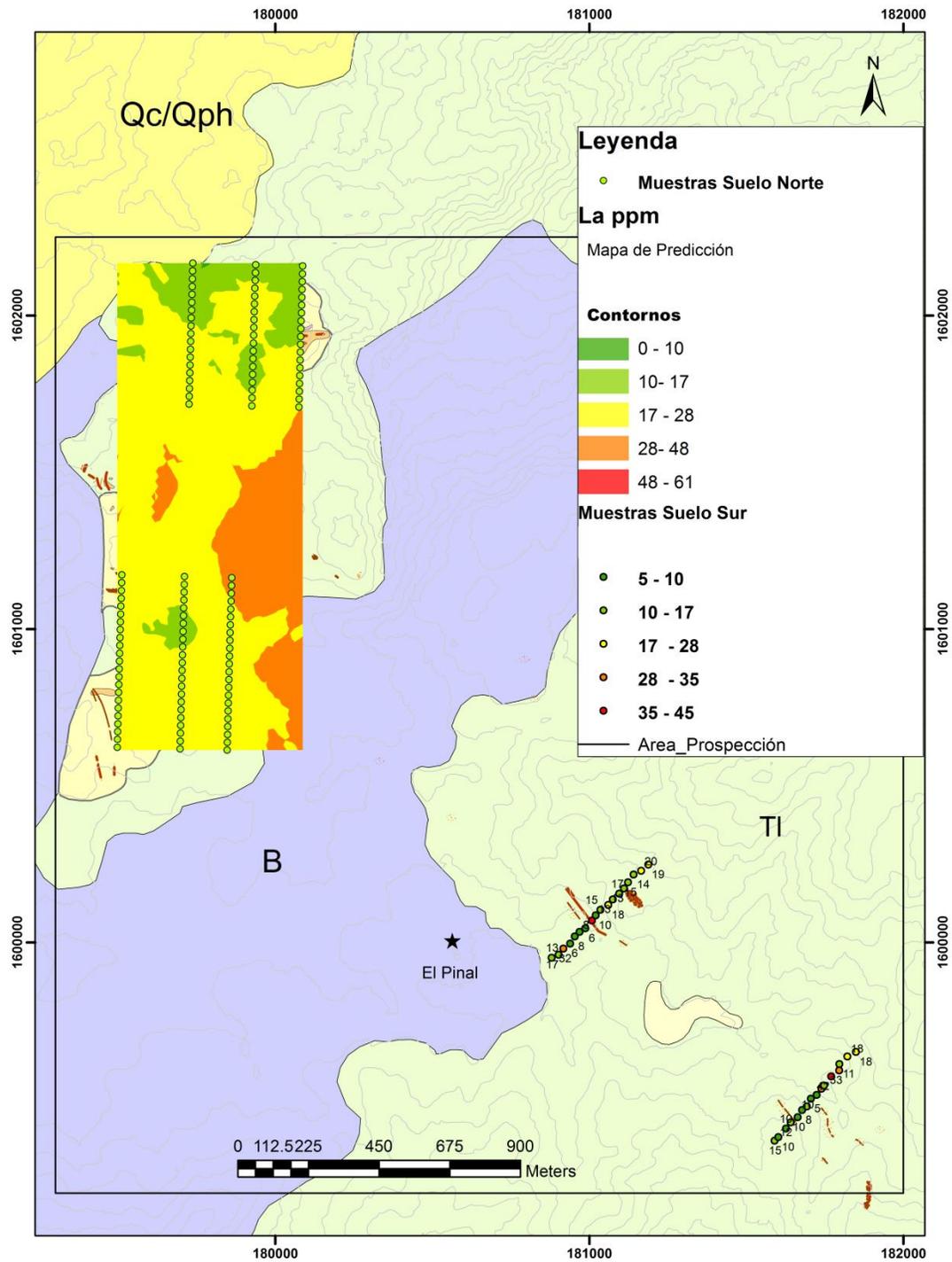
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DE LA EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,8304	,52566	3,8818	1,0956	4,1109	159	1	160
ppm	16,9529		48,5096	3	61			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA La EN MUESTRAS DE SUELO



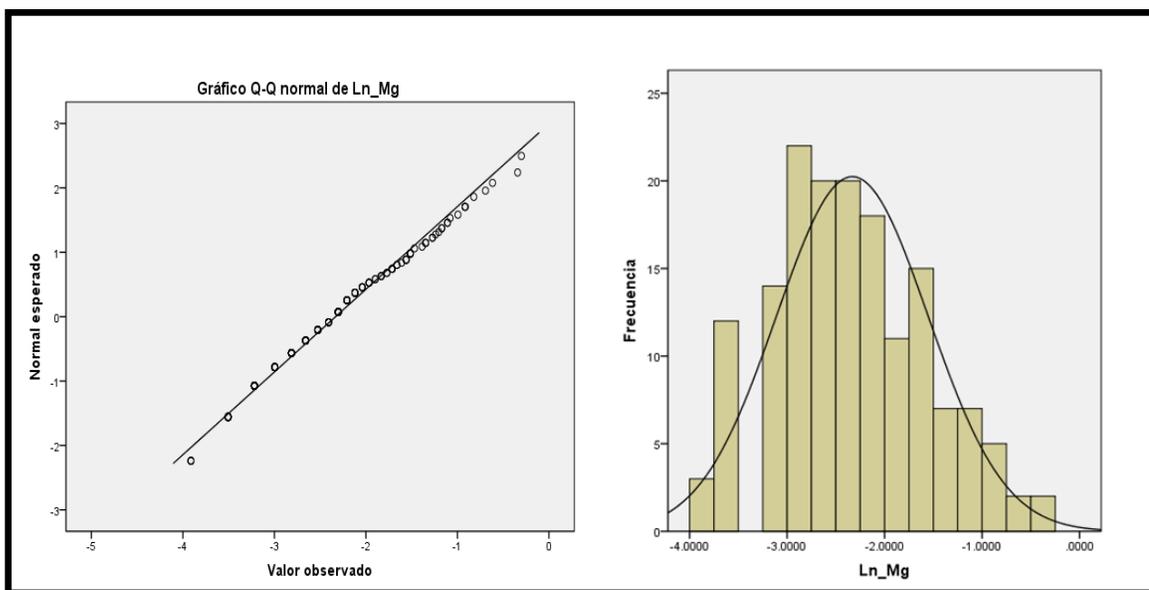
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DELaEN MUESTRAS DE SUELO



COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Mg EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-2,3313	,7785	-0,7744	-3,9190	-,3011	159	1	160
ppm	0,0972		0,4610	0,019	0,74			

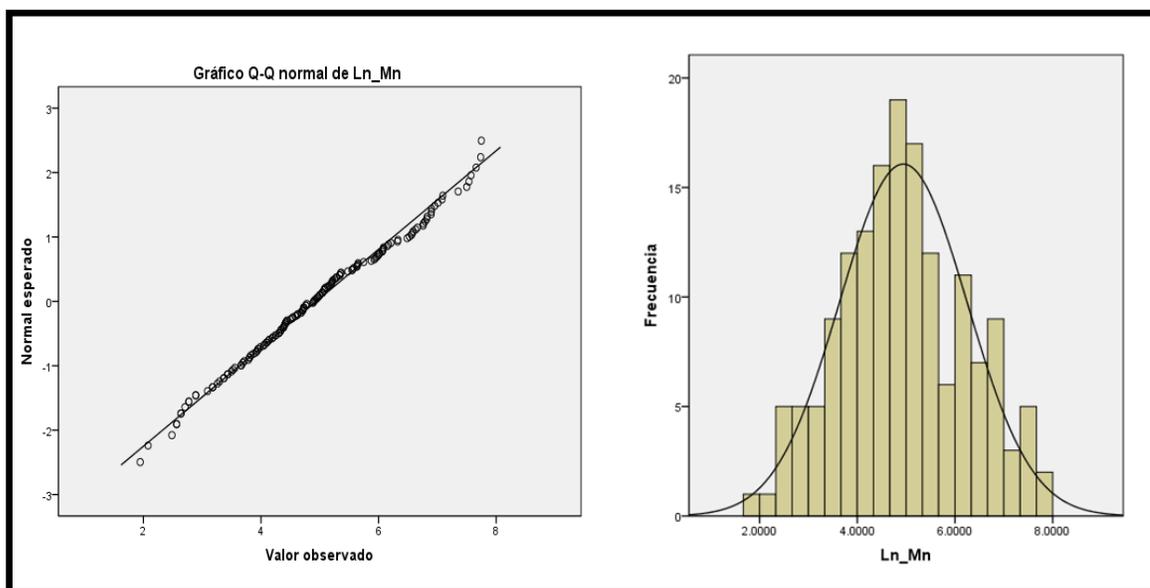
GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Mg EN MUESTRAS DE SUELO



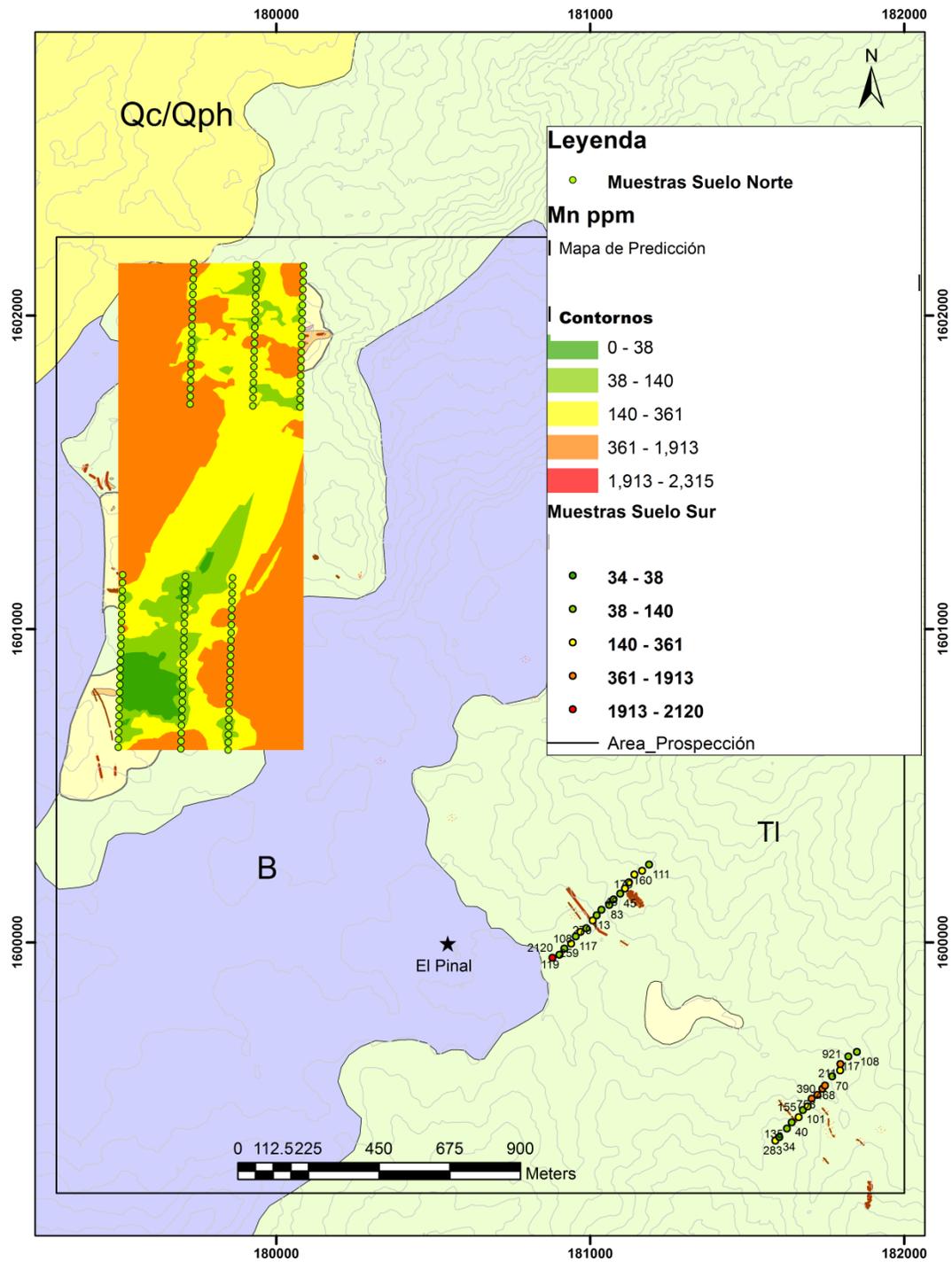
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Mn EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	4,9414	1,3074	7,5563	1,9459	7,7472	158	2	160
ppm	139,9674		1912,7639	7	2315			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Mn EN MUESTRAS DE SUELO



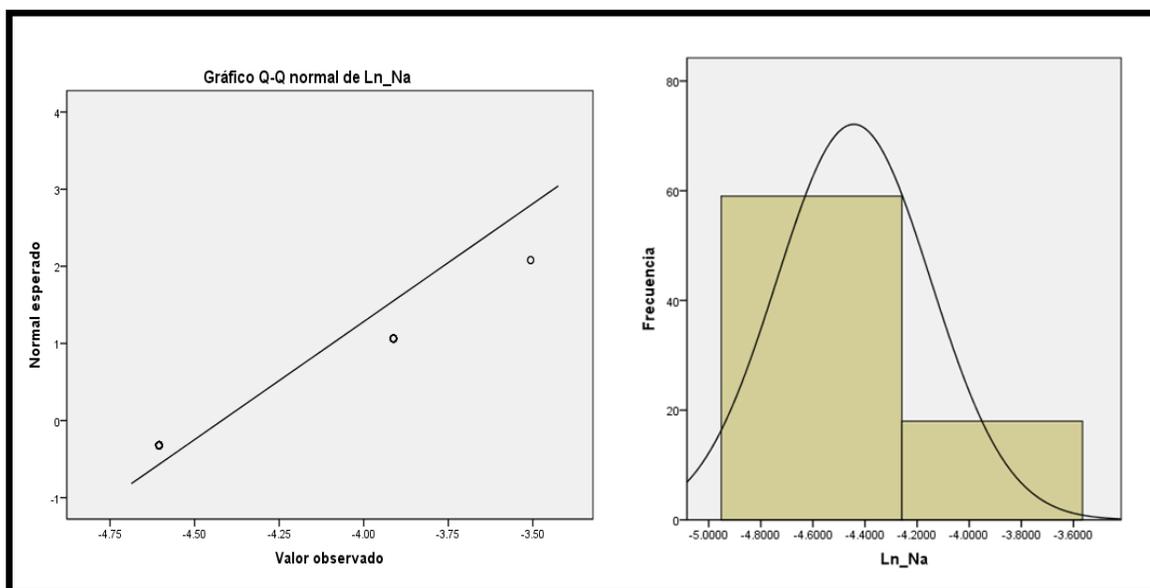
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DEMn EN MUESTRAS DE SUELO



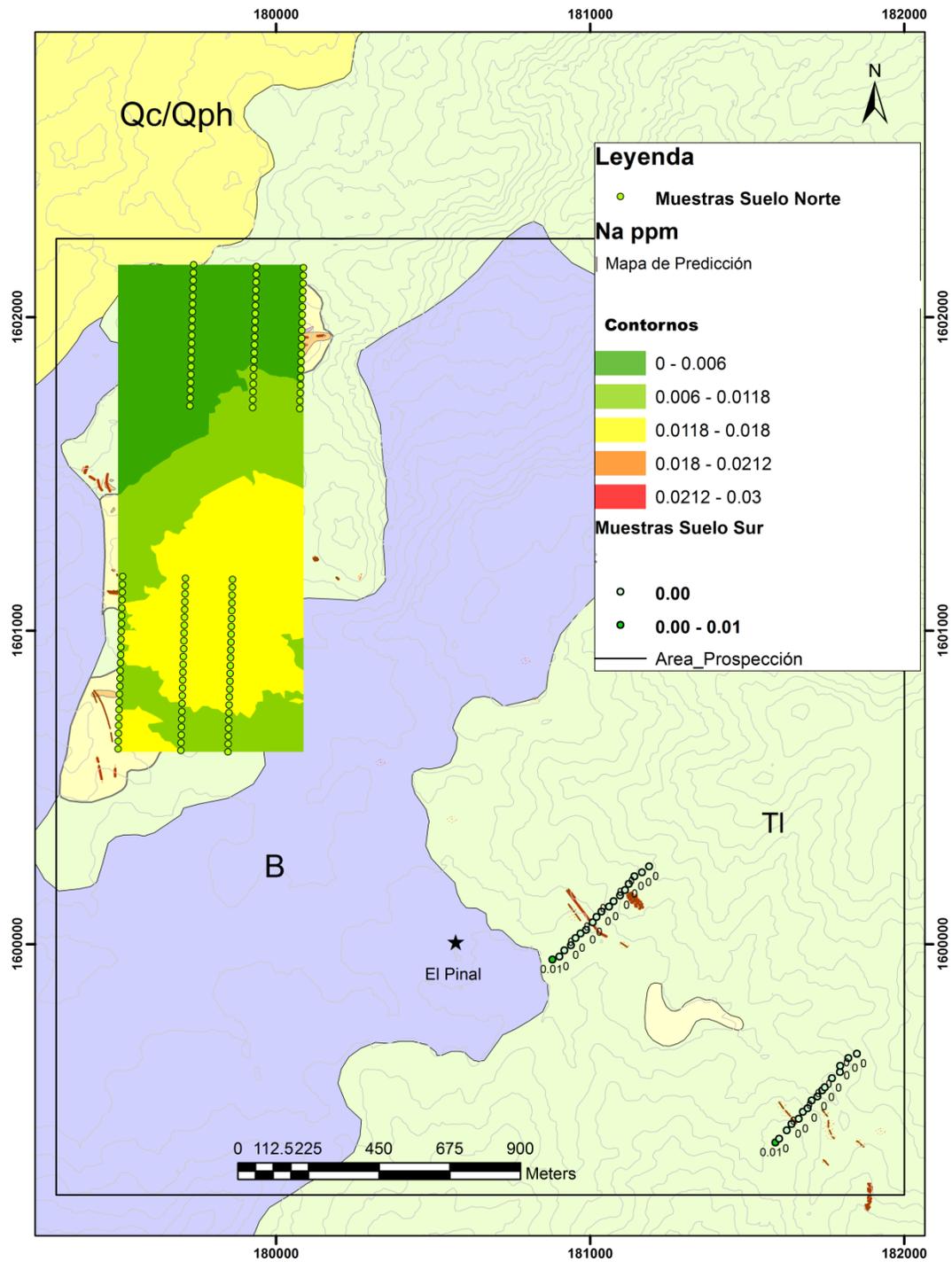
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Na EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-4,443136	,2952810	-3,8526	-4,6052	-3,9120	77	83	160
ppm	0,0118		0,0212	0,001	0,02			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Na EN MUESTRAS DE SUELO



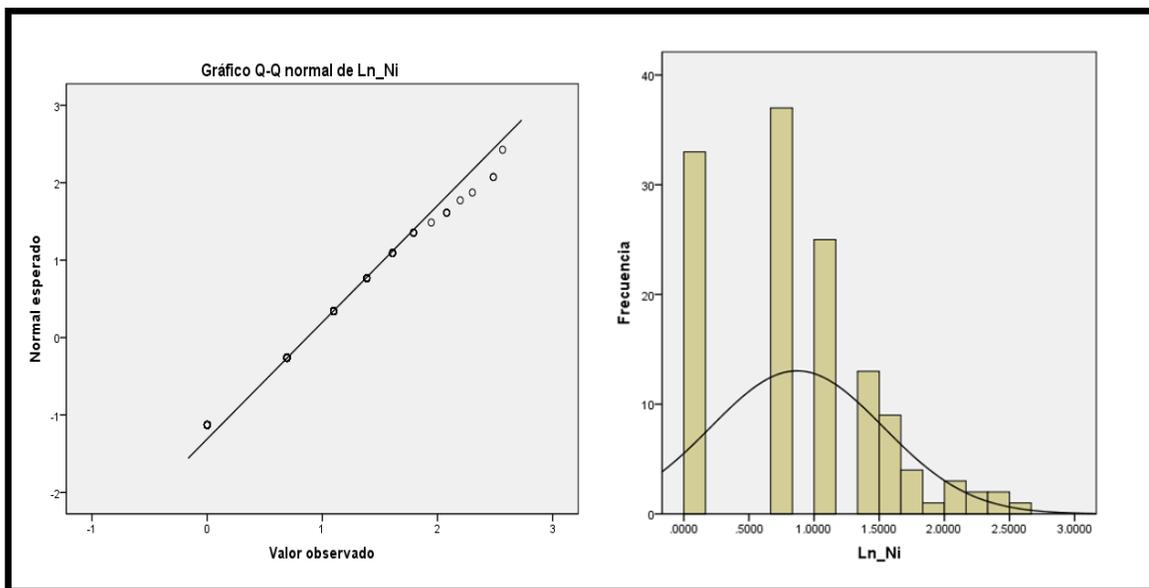
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DENaEN MUESTRAS DE SUELO



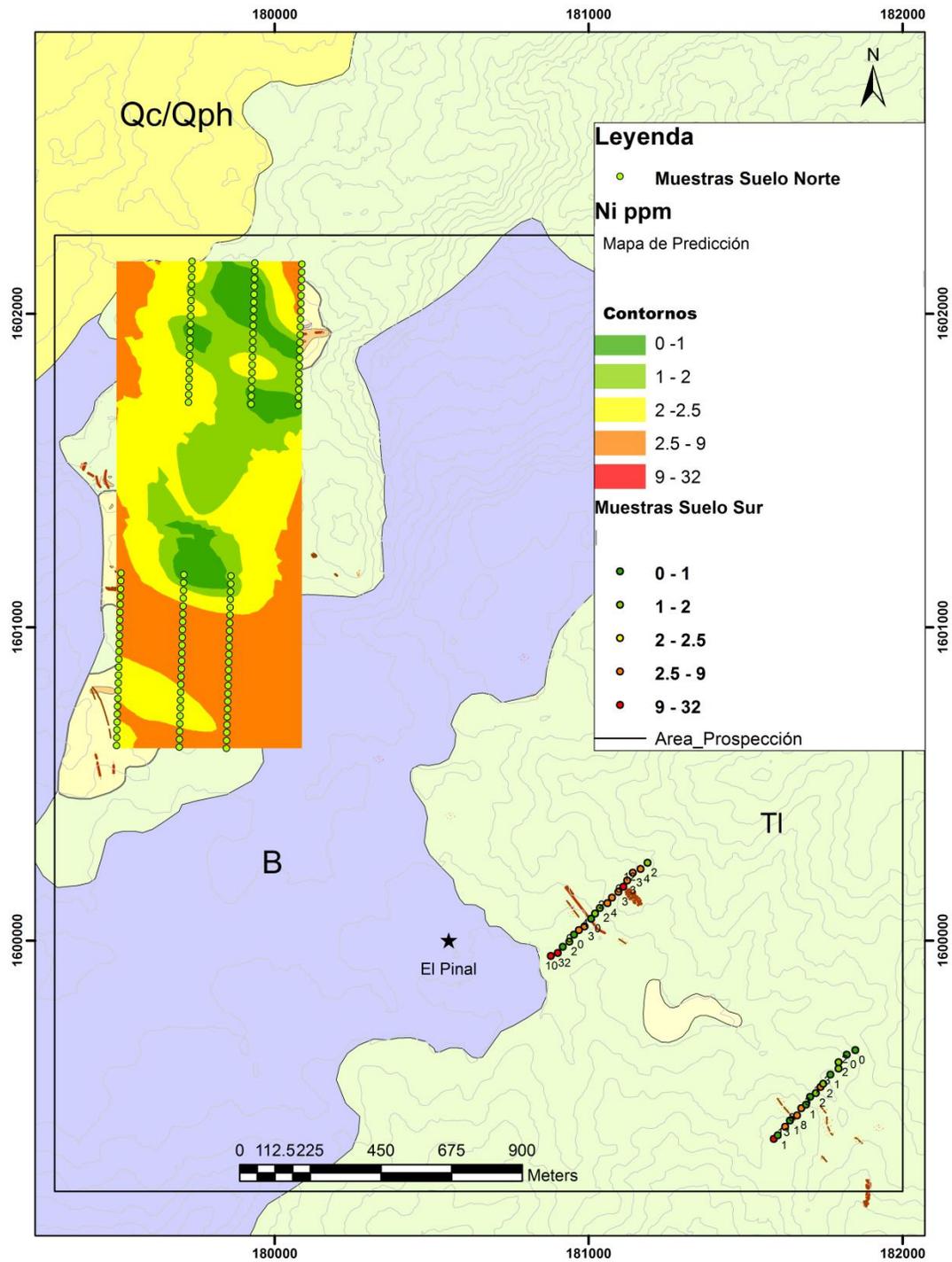
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Ni EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	,8693	,6628	2,1949	,0000	3,4657	130	30	160
ppm	2,3852		8,9792	1	32			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ni EN MUESTRAS DE SUELO



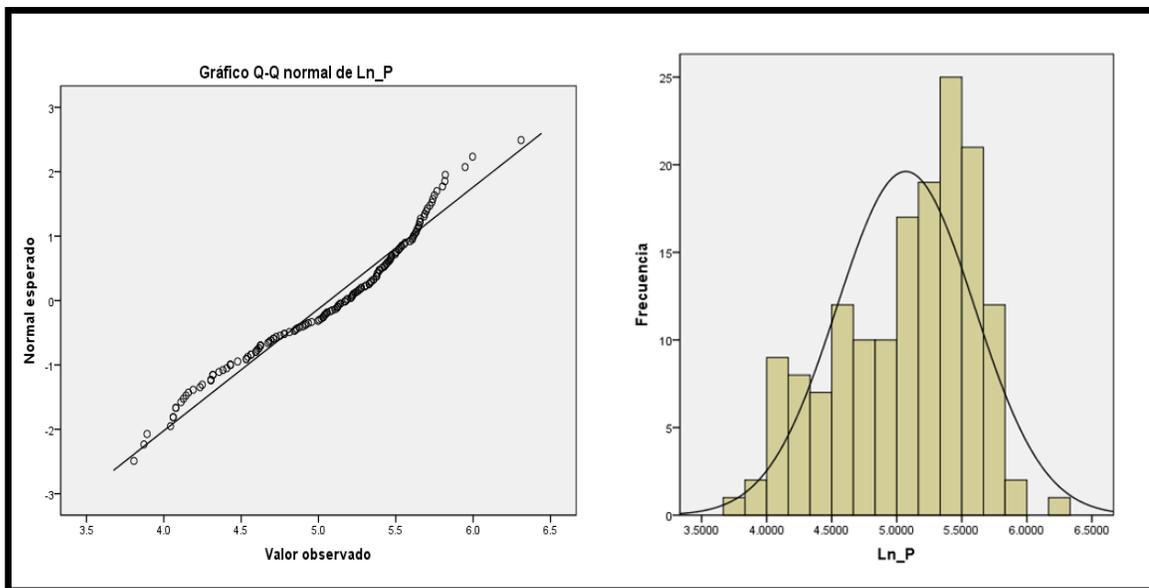
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DENIEN MUESTRAS DE SUELO



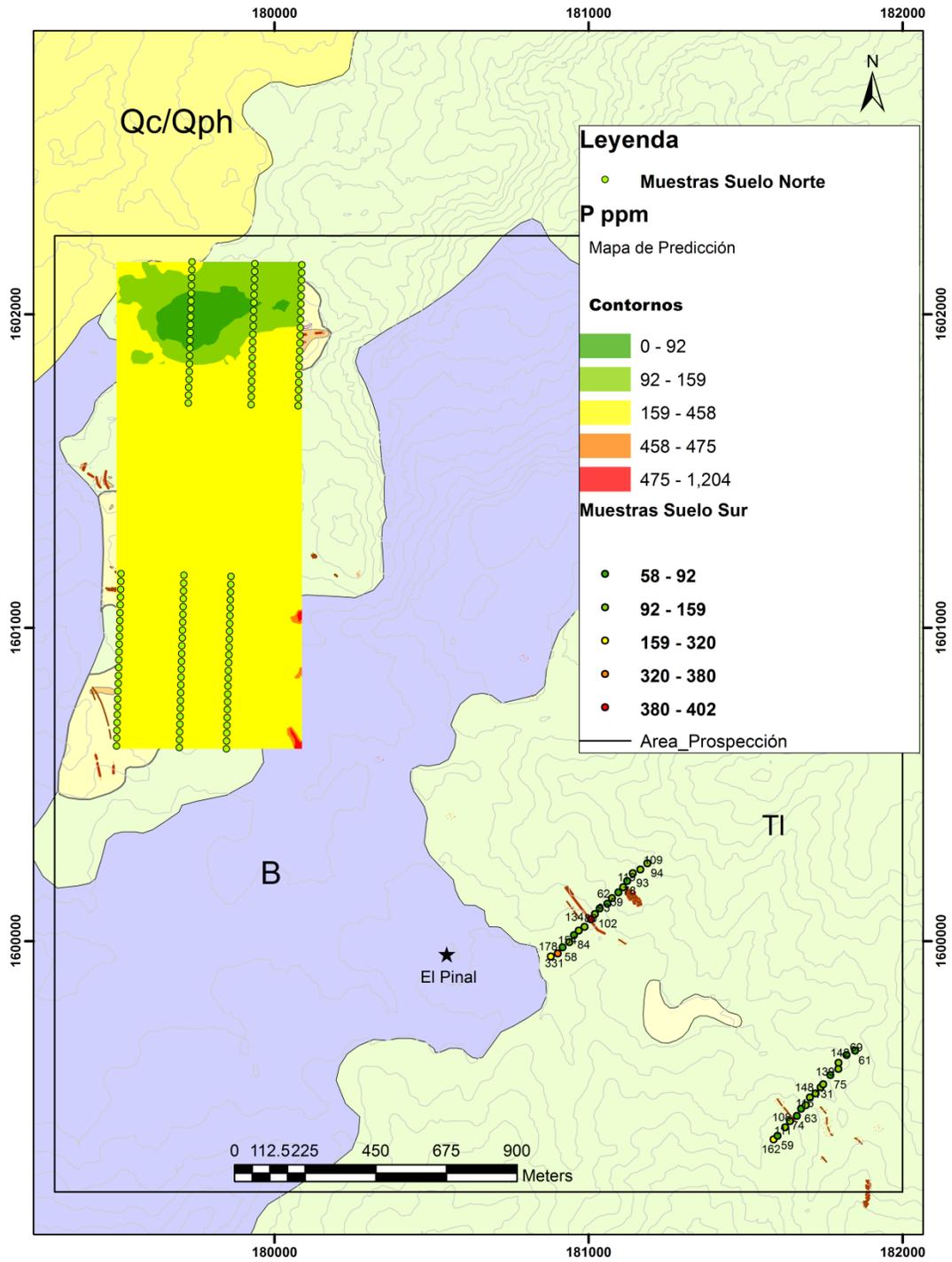
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL P EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	5,0690	,5288	6,1266	3,8067	7,0934	156	4	160
ppm	159,0176		457,8703	45	1204			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA P EN MUESTRAS DE SUELO



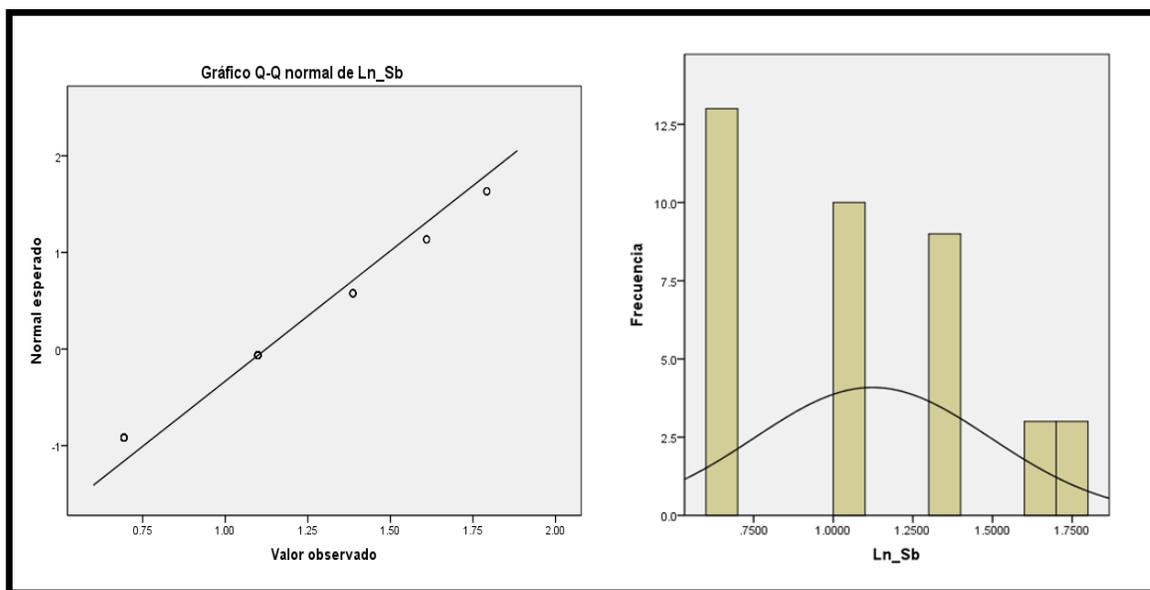
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DEPEN MUESTRAS DE SUELO



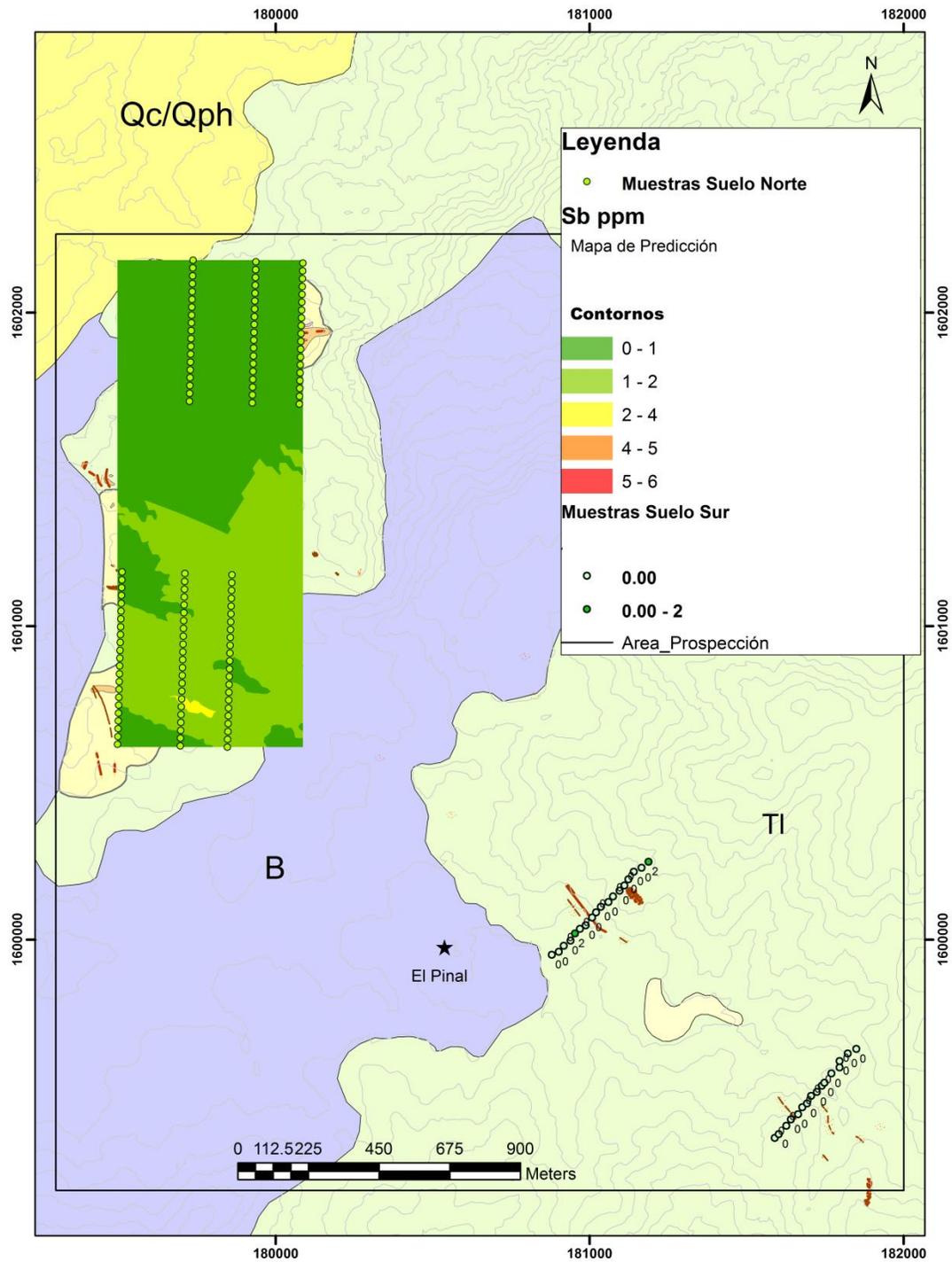
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Sb EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,1231	,3707	1,8644	,6931	1,7918	38	122	160
ppm	3,0743		6,4522	2	6			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Sb EN MUESTRAS DE SUELO



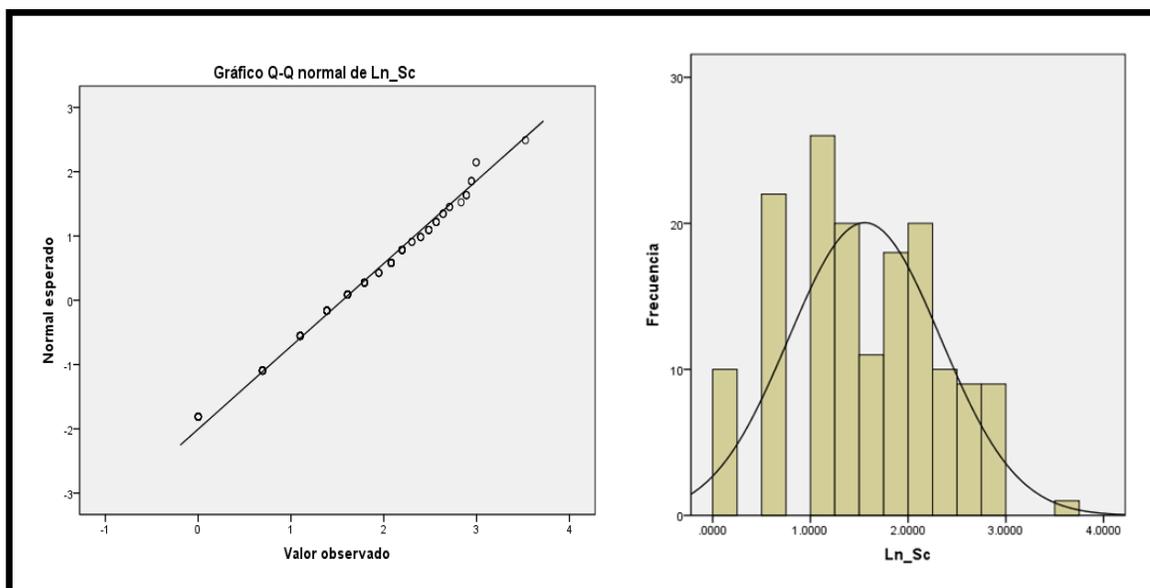
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DESbEN MUESTRAS DE SUELO



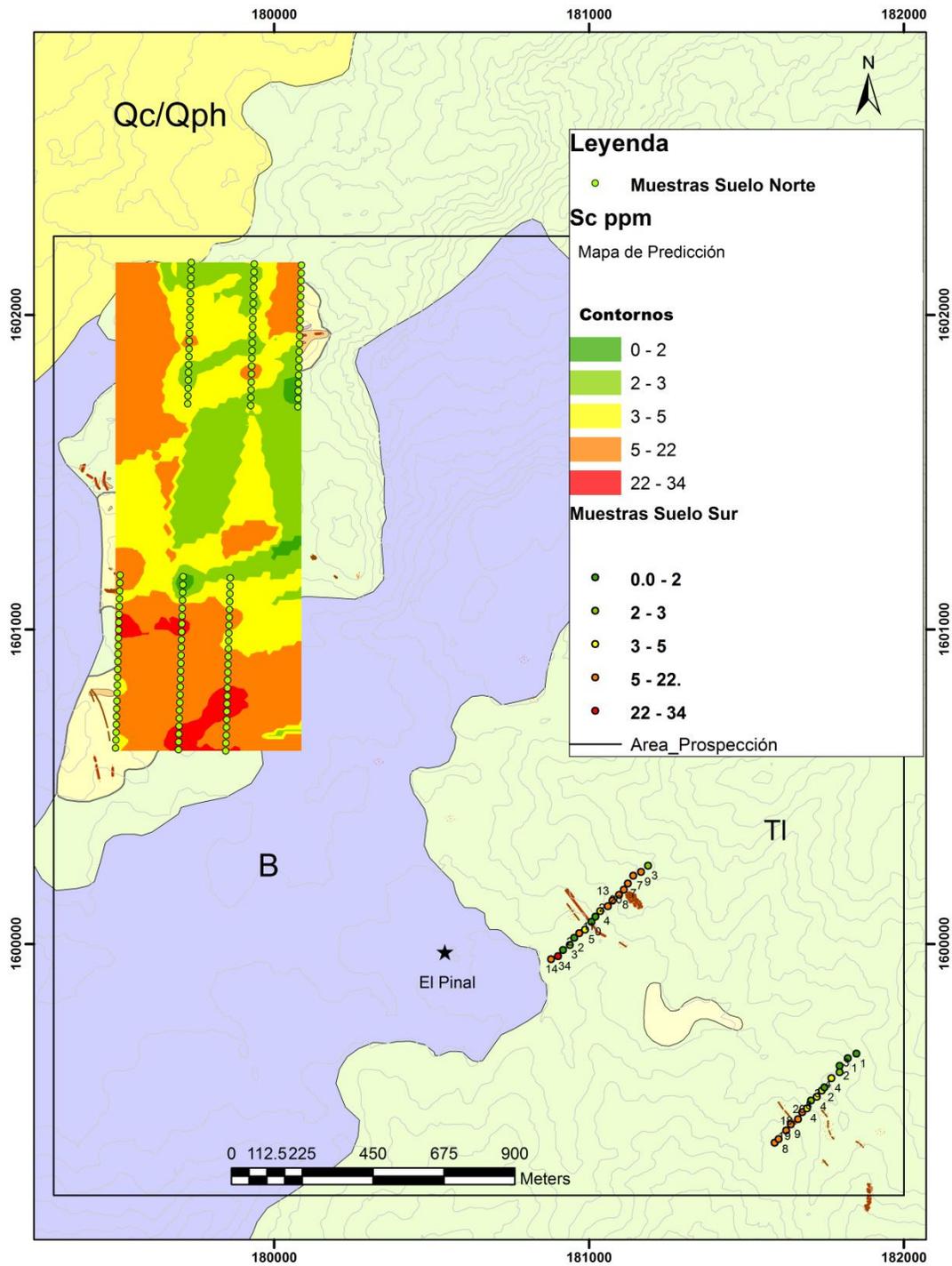
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL S_c EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	1,5555	,7761	3,1077	,0000	3,5264	156	4	160
ppm	4,7373		22,3690	1	34			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA S_c EN MUESTRAS DE SUELO



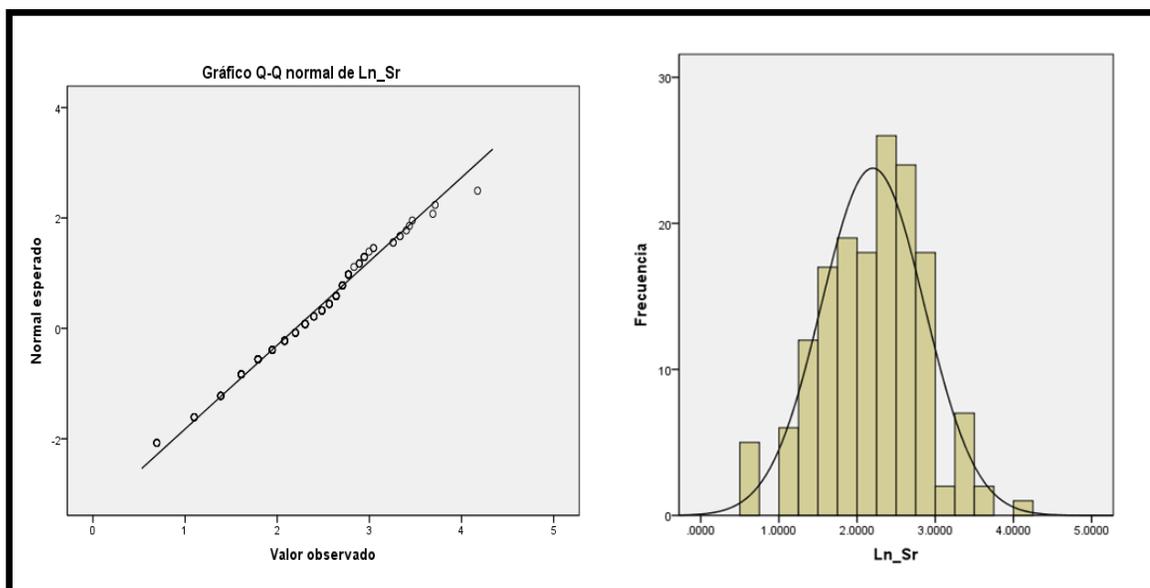
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DEScEN MUESTRAS DE SUELO



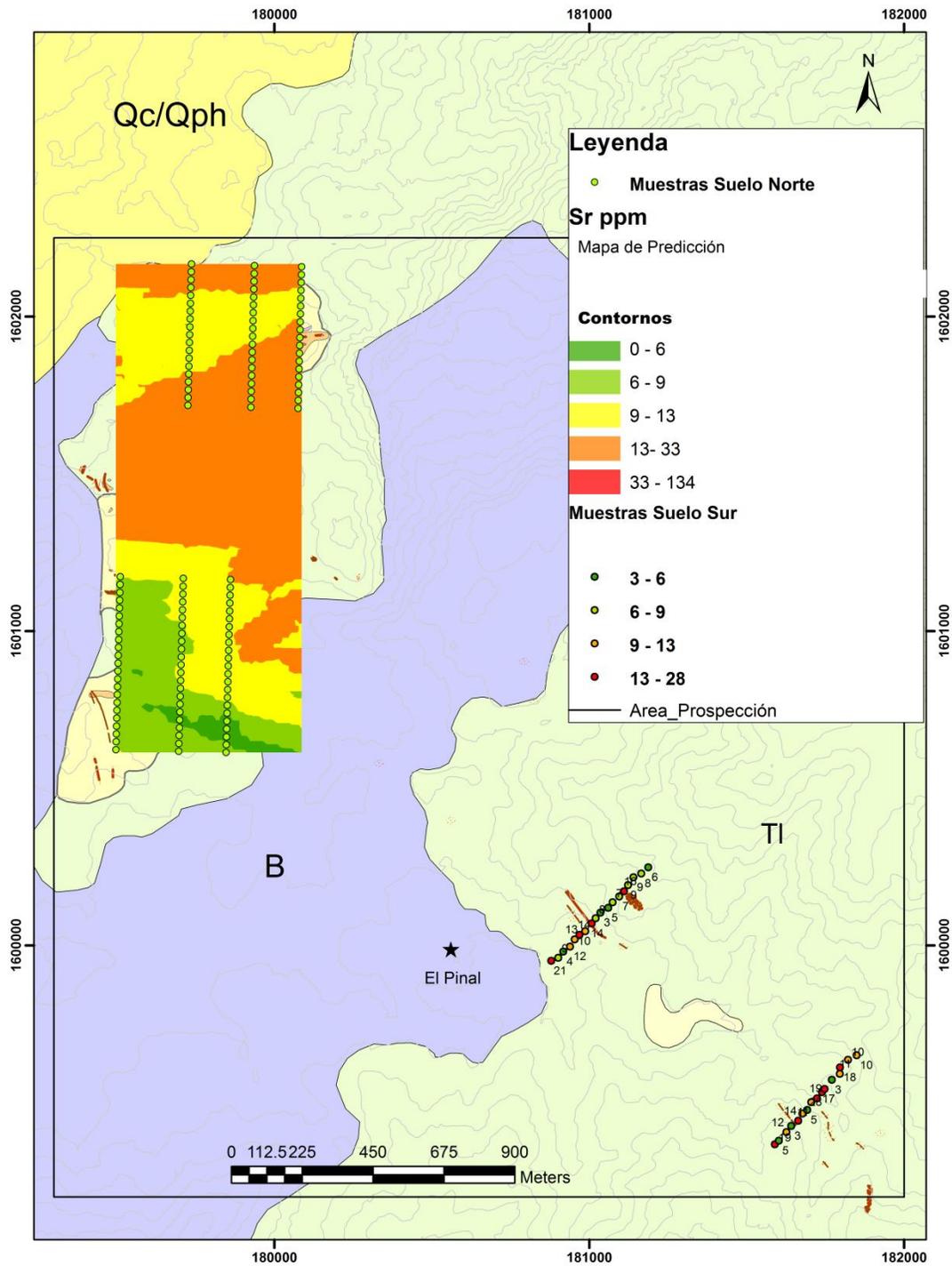
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Sr EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,2008	,6584	3,5176	,6931	4,8978	156	4	160
ppm	9,0322		33,7028	2	134			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Sr EN MUESTRAS DE SUELO



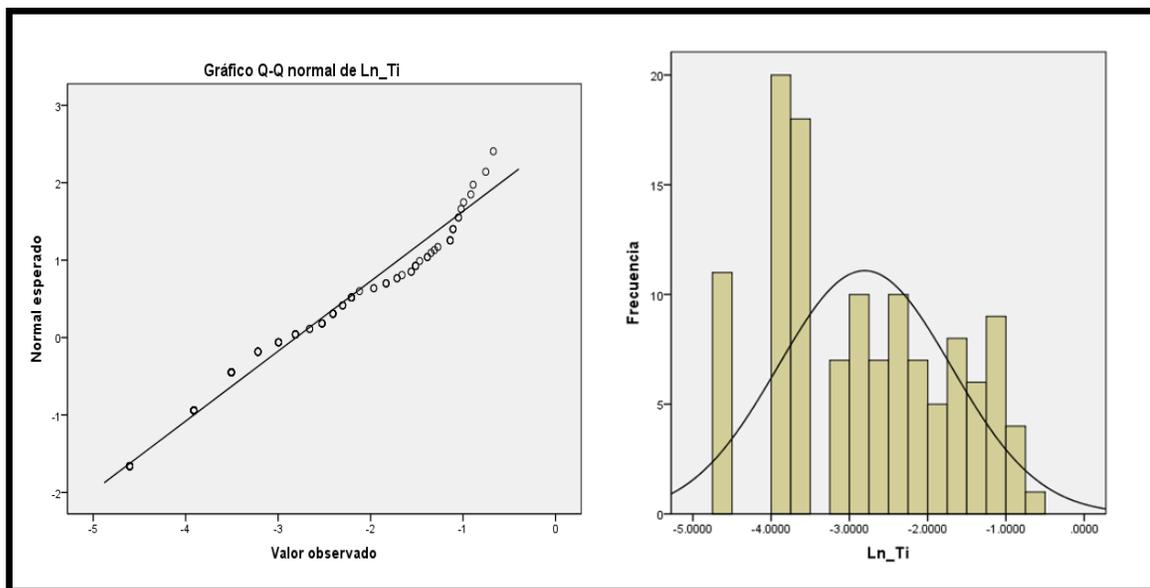
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DESr EN MUESTRAS DE SUELO



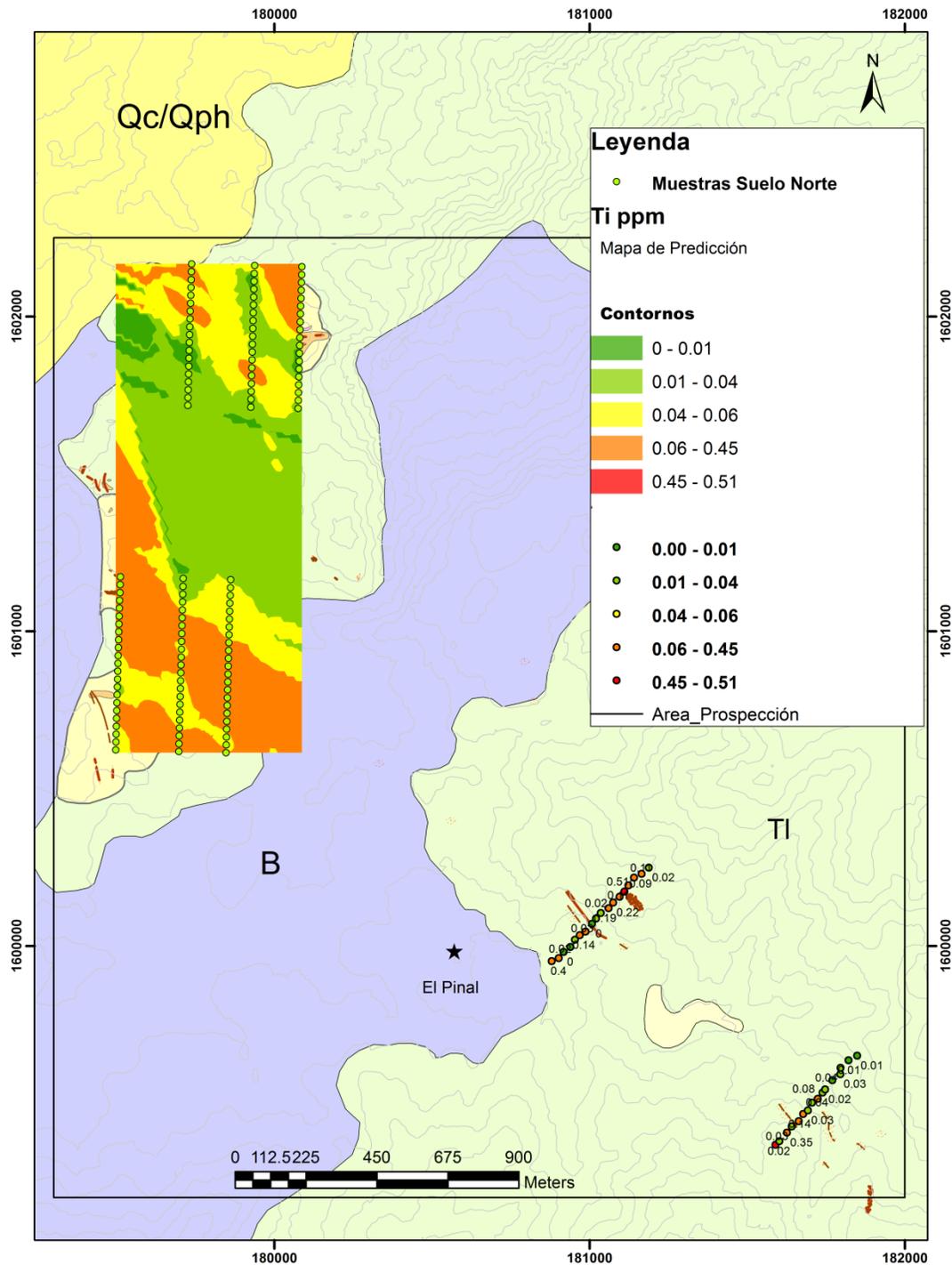
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Ti EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	-2,8058	1,0050	-0,7958	-4,6052	-,6733	123	37	160
ppm	0,0605		0,4512	0,001	0,51			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Ti EN MUESTRAS DE SUELO



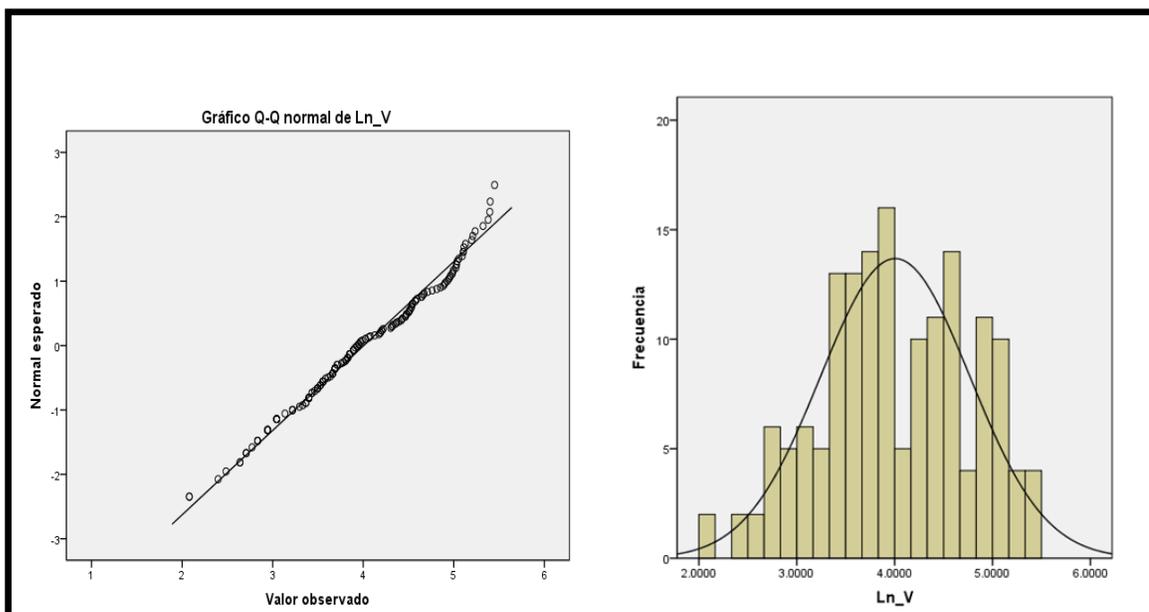
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE TIEN MUESTRAS DE SUELO



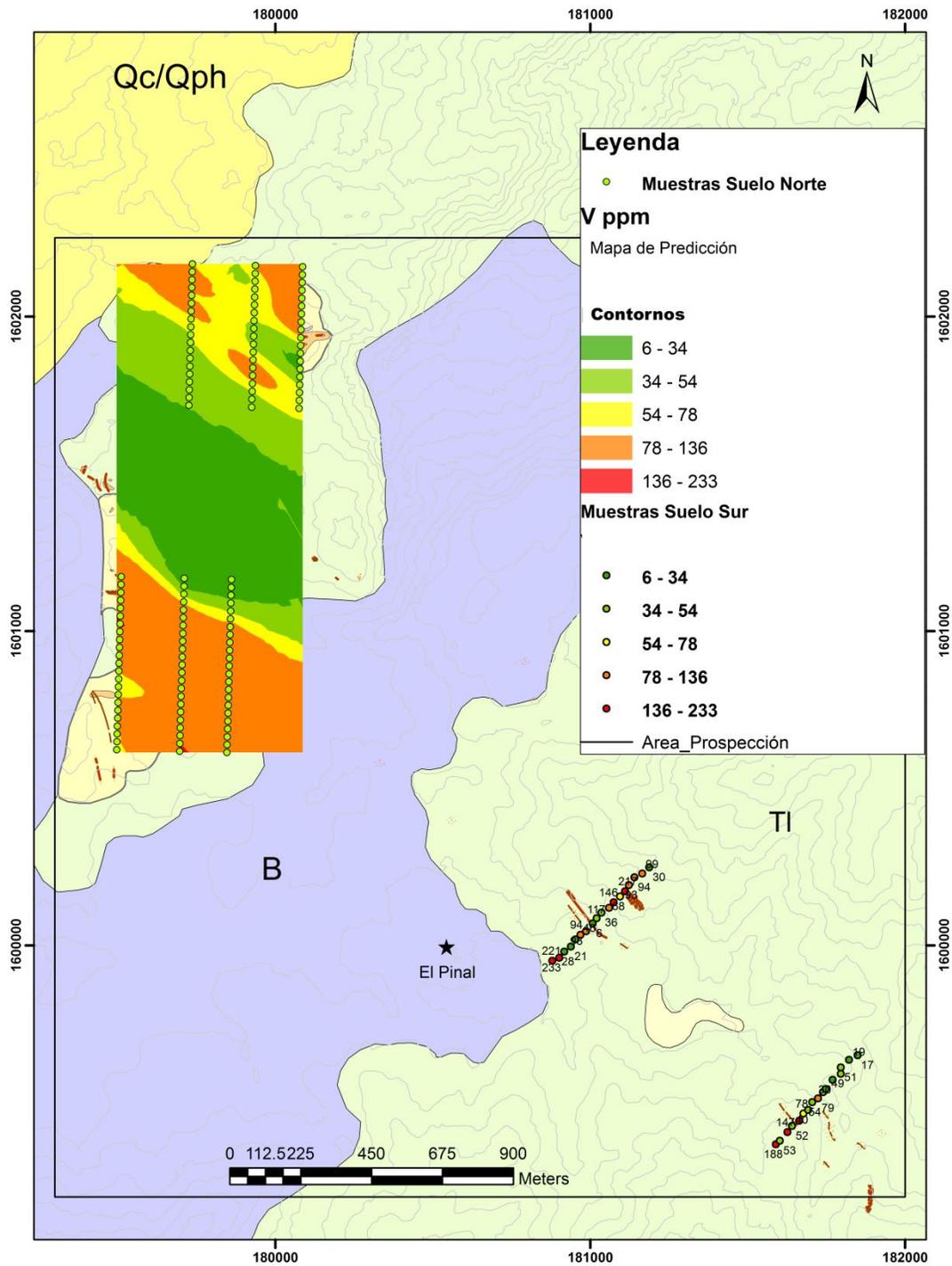
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL V EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	4,0055	,4560	4,9175	2,0794	5,4510	157	3	160
ppm	54,8974		136,6559	8	233			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA V EN MUESTRAS DE SUELO



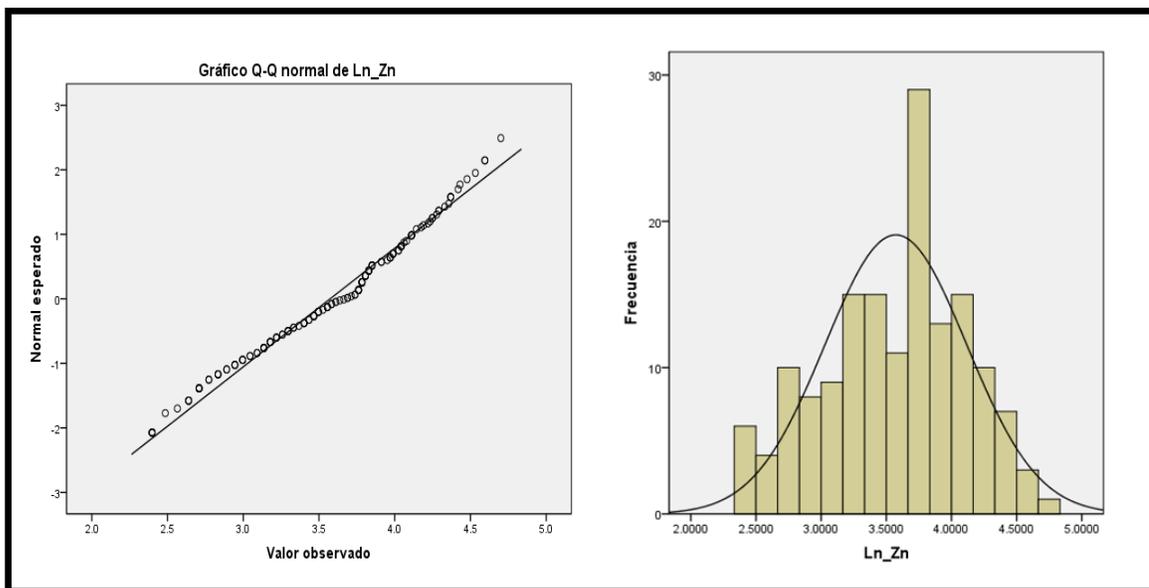
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DEVEN MUESTRAS DE SUELO



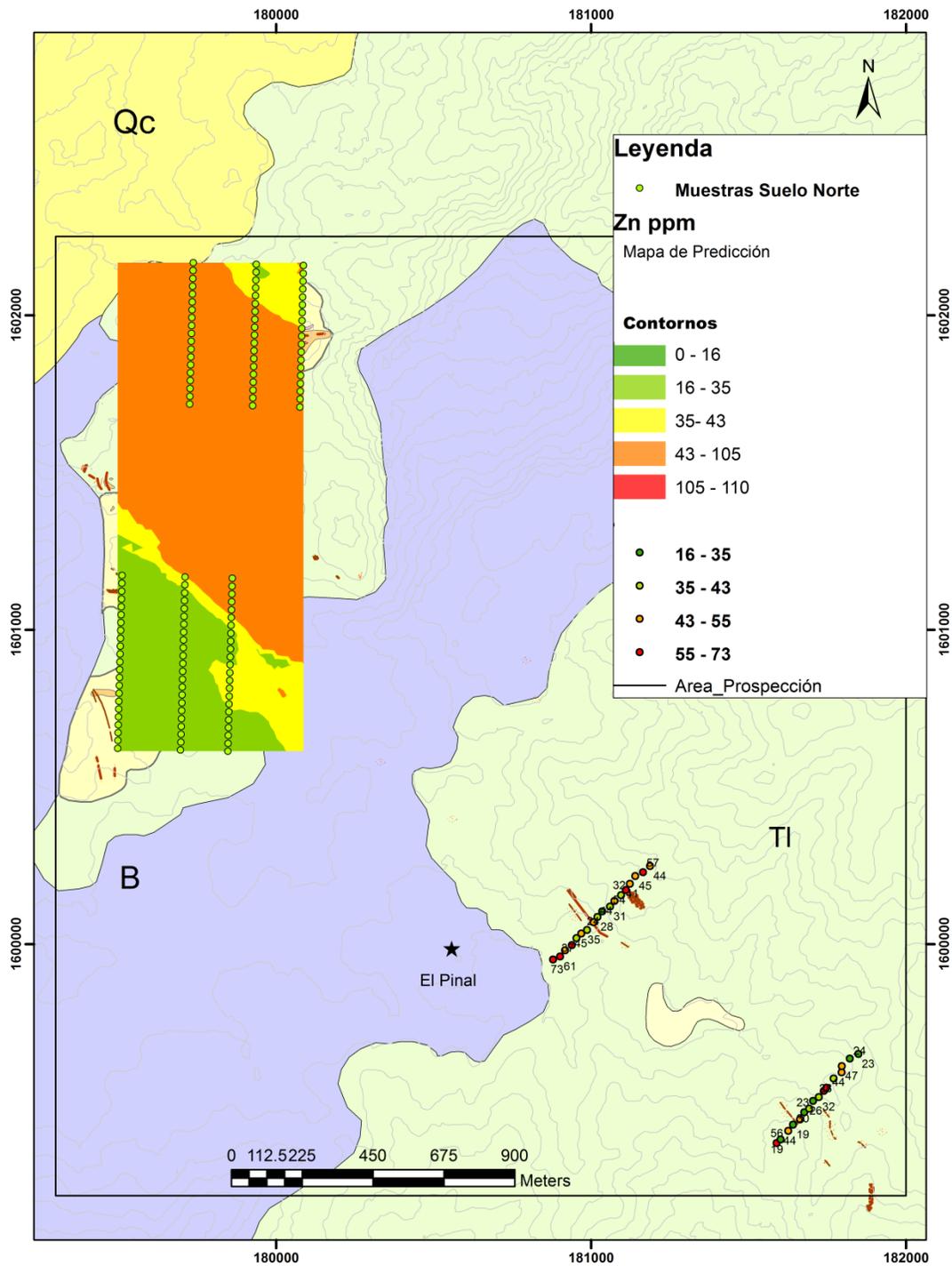
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Zn EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	3,573077	,5438381	4,6608	2,3979	4,7005	156	4	160
ppm	35,6260		105,7157	11	110			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Zn EN MUESTRAS DE SUELO



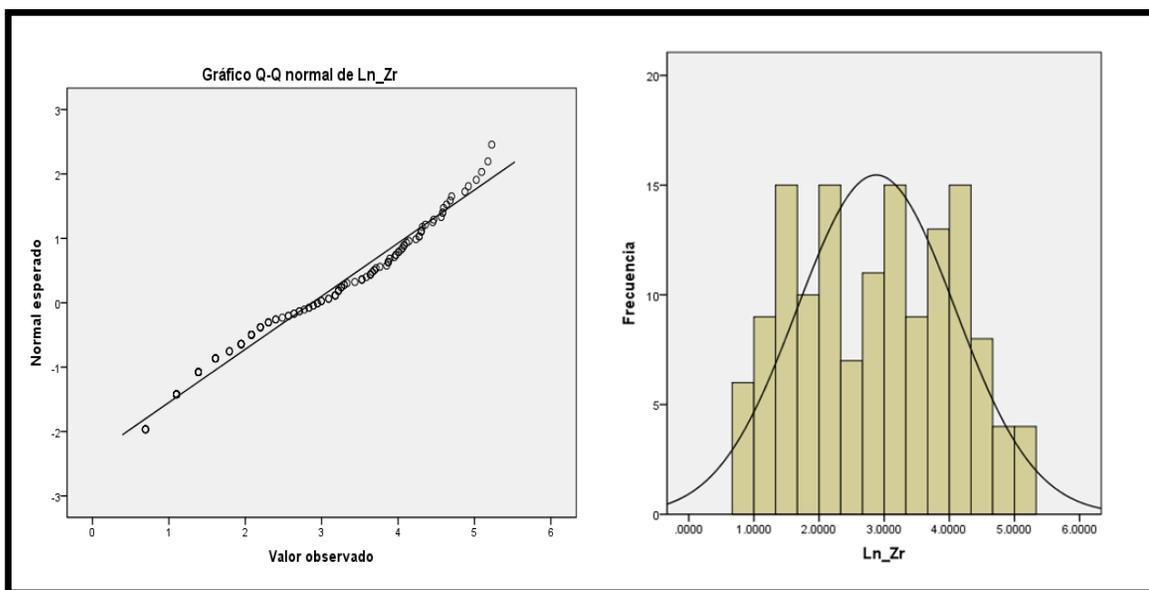
MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE ZN EN MUESTRAS DE SUELO



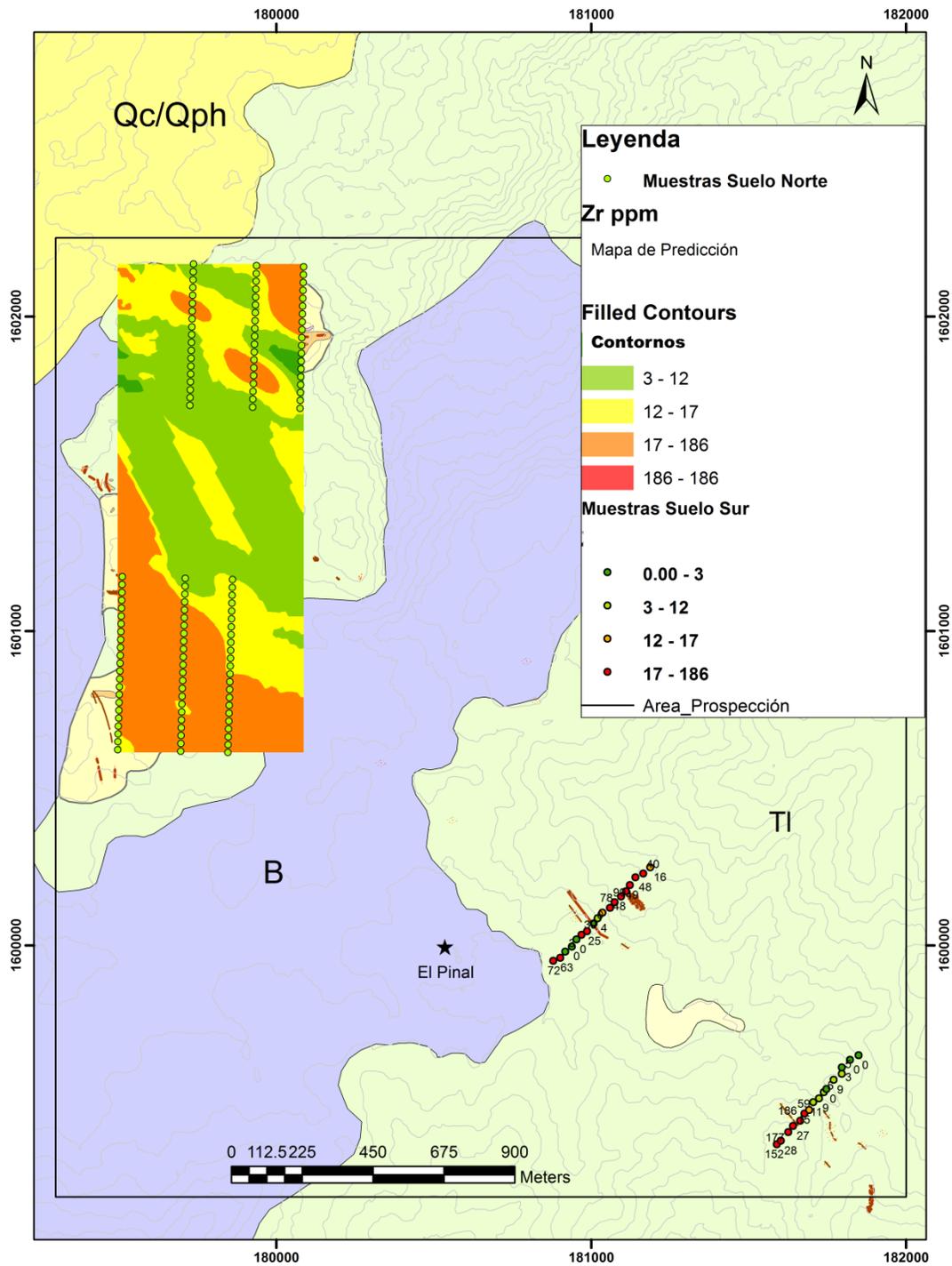
COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO-ESTADÍSTICO DEL Zr EN MUESTRAS DE SUELO

	Media geométrica	Desviación estándar	Threshold	Valor mínimo	Valor máximo	Muestras utilizadas	Muestras no utilizadas	Muestras total
Ln	2,8771	1,2126	5,3022	,6931	5,2257	141	19	160
ppm	17,7623		200,7837	2	186			

GRÁFICO CUANTIL-CUANTIL DE NORMALIDAD E HISTOGRAMA DE FRECUENCIA PARA Zr EN MUESTRAS DE SUELO



MAPA DE INTERPOLACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN DE Zr EN MUESTRAS DE SUELO



USAC - CUNOR

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Norte



El director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

INGENIERO GEÓLOGO

Al trabajo titulado:

**PROSPECCIÓN MINERA EN EL SUR-ORIENTE DE GUATEMALA:
MAPEO GEOLÓGICO A ESCALA 1: 5 000 Y PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE 20 km²
UBICADOS AL ESTE DEL CUADRÁNGULO LAGUNA DE RETANA, ENTRE LOS
DEPARTAMENTOS DE JALAPA Y JUTIAPA**

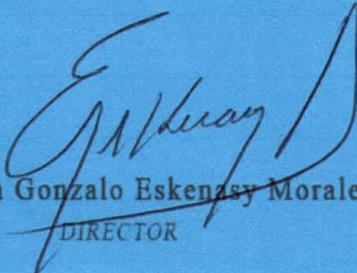
Presentado por el (la) estudiante:

NORMAN CONRADO HIDALGO DE LEÓN

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 06 de octubre de 2016.


Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR



