



**Universidad de Sonora**  
**División de Ciencias Exactas y Naturales**  
**Departamento de Geología**

**Modelamiento espacial (3D)  
litológico, mineralógico y geoquímico  
del prospecto de Mo Los  
Chicharrones de Nacoriba,  
Badiraguato, Sinaloa**

**Tesis Profesional  
Que para obtener el Título de  
Geólogo**



**Presenta:  
Jorge Esteban Loaiza Zamudio**

**Hermosillo, Sonora, Noviembre de  
2018**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Hermosillo, Sonora, 14 de noviembre de 2018

**DRA. SILVIA MARTÍNEZ RETAMA**  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
UNIVERSIDAD DE SONORA  
Presente.-

Por este conducto y de la manera más atenta, me permito someter a su consideración, para su aprobación el siguiente el tema de Tesis, intitulado:

**“MODELAMIENTO ESPACIAL (3D) LITOLÓGICO, MINERALÓGICO Y  
GEOQUÍMICO DE PROSPECTO LOS CHICHARRONES DE NACORIBA,  
BARIDAGUATO, SINALOA”**

Esto es con el fin de que el alumno **Jorge Esteban Loaiza Zamudio** con **Expediente No. 213204920**, pueda presentar su examen profesional, para la obtención de su título de Licenciatura en Geología.

Sin otro en particular y agradeciendo de antemano su atención al presente, quedamos de Usted.

**A T E N T A M E N T E**  
**“EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA”**

  
**DR. INOCENTE GPE. ESPINOZA MALDONADO**  
DIRECTOR DE TESIS

C.c.p. Interesado.  
C.c.p. Archivo.



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

# UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Exactas y Naturales  
Departamento de Geología

Hermosillo, Sonora, 22 de noviembre, 2018

**DR. INOCENTE GPE. ESPINOZA MALDONADO**  
DIRECTOR DE TESIS  
P R E S E N T E.-

Por este conducto, le comunico que ha sido aprobado el tema de tesis propuesto por usted intitulado:

**“MODELAMIENTO ESPACIAL (3D) LITOLÓGICO, MINERALÓGICO Y  
GEOQUÍMICO DE PROSPECTO LOS CHICHARRONES DE NACORIBA,  
BARIDAGUATO, SINALOA”**

Esto es con el fin de que el alumno: **Jorge Esteban Loaiza Zamudio**, con **Expediente No. 213204920** pueda presentar su examen profesional, para la obtención de su título de Licenciatura en Geología. Así mismo les comunico que han sido asignados los siguientes Sinodales:

<b>Presidente</b>	<b>Geol. Mariano Morales Montaña</b>
<b>Secretario</b>	<b>Dr. Lucas Hilario Ochoa Landín</b>
<b>Vocal</b>	<b>Dr. Inocente Gpe. Espinoza Maldonado</b>

Sin otro en particular y agradeciendo de antemano su atención al presente, quedo de Usted.

**A T E N T A M E N T E**  
**“EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA”**

**DRA. SILVIA MARTÍNEZ RETAMA**  
JEFA DEL DEPARTAMENTO.



El saber de mis hijos  
hará mi grandeza  
**LICENCIATURA  
EN GEOLOGIA**

C.c.p. Interesado  
C.c.p. Archivo



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

# UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Exactas y Naturales  
Departamento de Geología

## NOMBRE DE LA TESIS:

**"MODELAMIENTO ESPACIAL (3D) LITOLÓGICO, MINERALÓGICO Y GEOQUÍMICO DE PROSPECTO  
LOS CHICHARRONES DE NACORIBA, BARIDAGUATO, SINALOA"**

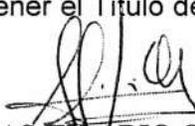
## NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

**JORGE ESTEBAN LOAIZA ZAMUDIO**

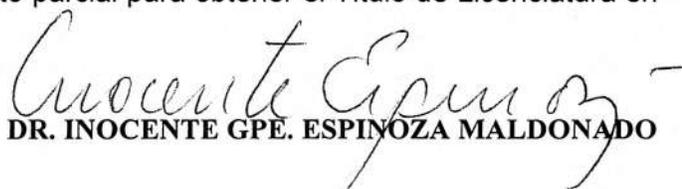
El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuado, como requerimiento parcial para obtener el Título de Licenciatura en la Universidad de Sonora.

  
**GEOL. MARIANO MORALES MONTAÑO**

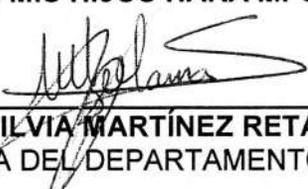
El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuado, como requerimiento parcial para obtener el Título de Licenciatura en la Universidad de Sonora.

  
**DR. LUCAS HILARIO OCHOA LANDÍN**

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuado, como requerimiento parcial para obtener el Título de Licenciatura en la Universidad de Sonora.

  
**DR. INOCENTE GPE. ESPINOZA MALDONADO**

**A T E N T A M E N T E**  
**"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"**

  
**DRA. SILVIA MARTÍNEZ RETAMA**  
JEFA DEL DEPARTAMENTO

C.c.p. Archivo.

## DEDICATORIAS

A mi madre Dolores.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Esteban.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradecemos a nuestros docentes del departamento de Geología de la Universidad sonora, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, agradezco a mi director de tesis DR. Guadalupe Inocente Espinoza por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; a el Dr. Juan Palafox Reyes por su apoyo y sugerencia durante mi proyecto de tesis.

Agradezco a los todos mis compañeros por su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño, dedicación y cariño, y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito la meta propuesta.

## Resumen

Se capturó información del Servicio Geológico Mexicano del prospecto “Los Chicharrones” en el área de Nacoriba, Badiraguato Sinaloa, donde se realizó modelación litológica, geoquímica, geofísica y modelo de bloques.

El depósito que se modela es un pórfido de molibdeno donde las litologías que se modelaron fueron; stock de pórfido cuarzomonzonítico, granodiorita, cuarzodiorita, andesita porfídica, dique andesítico, latita de cuarzo y brecha.

Se presentan resultados a partir de la utilización del Leapfrog Geo se tiene un enfoque más claro y un control de las unidades litológicas y alteraciones asociadas con la mineralización, y de modo inverso, el valor de las leyes Mo con las estructuras mineralizadas, en este caso stockwork. Por otro lado, la incorporación de conocimiento geológico, determina un control sobre el modelo de bloques que se hizo permisos para nuevas etapas de exploración del prospecto “Los Chicharrones”.

# ÍNDICE

## CAPITULO I

Generalidades .....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Objetivo del estudio.....	4
1.3. Trabajos previos.....	5
1.3.1. Antecedentes históricos de la región .....	5
1.3.2. Antecedentes históricos del cerro Chicharrones .....	11
1.4 Método de trabajo.....	12
1.4.1. Instrumentos .....	12
1.4.2. Procedimiento .....	13
1.5. Cultura y economía de la región .....	14
1.5.1. Demografía .....	14
1.5.2. Religión.....	14
1.5.3. Educación .....	14
1.5.4. Salud.....	15
1.5.5. Abasto.....	15
1.5.6. Ganadería y agricultura .....	15
1.5.7. Minerías .....	15
1.5.10. Clima y vegetación.....	15

## CAPITULO II

Geografía .....	16
-----------------	----

2.1. Localización del área, accesos, y vías de comunicación .....	16
1.2. Fisiografía .....	18
CAPITULO III	
Marco geológico .....	20
3.1. Entorno geología regional .....	20
3.2. Tectónica regional.....	23
CAPITULO IV	
Geología del proyecto .....	24
4.2 Geología del cerro Los Chicharrones.....	24
4.3. Geología estructural del yacimiento .....	37
4.4. Alteración .....	38
4.4.1 Descripción y distribución de las zonas de alteración.....	39
4.4. Mineralización .....	49
CAPITULO V	
Modelación .....	53
5.1 Desarrollos .....	53
5.2. Modelo litológico .....	54
5.3. Modelo geofísico .....	59
5.4. Modelo geoquímico.....	61
5.5 Modelo de bloques.....	67

5.6 Modelo de alteraciones .....	70
6. Conclusión .....	71
7. Bibliografía .....	73

## INDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación del área de estudio tomada del satelital del Google Earth. ---	17
Figura 2. Provincias fisiográficas, (Raisz E. 1964) carta Badiraguato G13-C32, Estado de Sinaloa, México. -----	19
Figura 3. Mapa geológico de la zona mineralizada otatillos, Badiraguato, Sinaloa, México. Kapa A-TA: Aptiano-Albiano - Andesita-Toba Andesítica, Ka Cz-Lu: Albiano - Caliza-Lutita, Tpaе Gd: Cenozoico Paleógeno (Paleoceno-Eoceno) – Granodiorita, Tpaе D: Diorita, Teo PD: Eoceno-Oligoceno - Pórfido Diorítico, Tom R-TR: Cenozoico Paleógeno-Neógeno - Riolita-Toba Riolítica, Tm Cgp-Ar: Cenozoico Neógeno - Conglomerado polimíctico-Arenisca, Tm R-TR: Cenozoico Neógeno -Riolita-Toba Riolítica, Qho al: cuaternario-aluvión. -----	22
Figura 4. Vista panorámica del parteaguas donde se encuentra localizado en el cerro “Los Chicharrones”.-----	24
Figura 5. Andesita Porfídica roca encajónate del stock de cuarzomonzonita que contiene la mineralización. -----	26
Figura 6. Andesita porfídica que constituye la roca encajónate de la cuarzomonzonita, se aprecia vetillas de cuarzo con molibdeno hacia sus bordes.26	
Figura 7. Dique andesítico que se encuentra afectado por el stockwork sin molibdeno se encuentra en contacto con el intrusivo cuarzomonzonita -----	27
Figura 8. Pórfido cuarzomonzonita alterado se aprecia las vetillas de cuarzo conteniendo Mo en sus bordes.-----	29
Figura 9. Brecha chicharrones, se aprecian fragmentos metasedimentarias del basamento -----	30

Figura 10. Muestra del núcleo de la barrenación de la brecha Chicharrones donde se aprecia un fragmento de la cuarzomonzonita mineralizada con molibdeno a la profundidad de 307 metros. -----	31
Figura 11. Muestra del núcleo de la barrenación de la brecha Chicharrones donde se aprecia un fragmento otro fragmento mineralizado de forma alargada con hilillos de molibdenita a la profundidad de 387 metros.-----	31
Figura 12.- Mapa geológico del área “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México.-----	32
Figura 13. Columna estratigráfica del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México.-----	33
Figura 14. Sección N-3 geológica del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México.-----	34
Figura 15. Sección compuesta N-1 geológica del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México-----	35
Figura 16. Sección N-2 geológica del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México-----	36
Figura 17.-Veta de cuarzo con abundante molibdenita (color gris azulado), rodeadas de un halo sericitico.-----	42
Figura 18. Vetillas de cuarzo dentro de la cuarzomonzonita perfectamente alineadas, hacia el extremo norte del cuerpo mineralizado.-----	42
Figura 19.-Veta de cuarzo masivo con molibdenita diseminada desplazando a las vetillas dendríticas, que se encuentran en la parte central del stockwork -----	42
Figura 20.-Zona mineralizada con molibdenita, se aprecia vetillas de cuarzo estériles que cortan la zona mineralizada. -----	43

Figura 21-Veta mineralizada con detritos grueso de cuarzo con molibdenita. ----	43
Figura 22-Veta dendriticas de color gris azuloso e hilos driticos con mineralización de molibdeno. Rodeadas de franjas feldespatos- sericiticas, fueron tomadas en la parte central del intrusivo cuarzomonzonitico y corresponde a la zona de alteración silícica. -----	44
Figura 23. Mapa de alteraciones del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México-----	45
Figura 24. Sección N-2 de alteración del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México-----	46
Figura 25. Sección N-3 de alteración del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México -----	47
Figura 26. Sección N-1 de alteración del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México-----	47
Figura 28. Modelo de isoleyas del stock de molibdeno del proyecto “Los Chicharrones” en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	52
Figura 29. Modelo litológico en 3D del proyecto “Los Chicharrones” en el espacio de trabajo Leapfrog Geo. -----	55
Figura 30. Modelo 3D sólido litológico dique andesítico en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	56
Figura 31. Modelo 3D sólido litológico cuarzodiorita en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	56
Figura 32. Modelo 3D sólido litológico granodiorita en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	57

Figura 33. Modelo 3D sólido litológico cuarzomonzonita en el espacio de trabajo Leapfrog Geo -----	57
Figura 34. Modelo 3D sólido litológico latita de cuarzo en el espacio de trabajo Leapfrog Geo -----	58
Figura 35. Modelo 3D solido litológico brechas Chicharrones en el espacio de trabajo Leapfrog Geo -----	58
Figura 36. Modelo 3D de interpolación geofísico de resistividad en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	59
Figura 37. Modelo 3D de interpolación geofísico de cargabilidad en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	60
Figura 38. Modelo 3D de interpolación geoquímica de molibdeno ppm en el espacio de trabajo Leapfrog Geo -----	62
Figura 39. Modelo 3D de interpolación geoquímica de cobre ppm en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	63
Figura 40. Modelo 3D de interpolación geoquímica de plomo ppm en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	64
Figura 41. Modelo 3D de interpolación geoquímica de zinc ppm en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.-----	65
Figura 42. Parámetros del modelo de bloques-----	67
Figura 43. Modelo de bloques del prospectó del cerro “Los Chicharrones”, donde cada bloque tiene una dimensión de 5m x 5m x 5m.-----	68
Figura 44. Grafica curvas tonelaje vs ley corte y ley media que nos indica la dimensión de las reservas del proyecto “Los Chicharrones”, en el eje (Y) se refiere	

a toneladas en miles que sería la línea azul, en el eje(x) se refiere a ley media (%)	
Mo que sería a línea naranjada. ....	69
Figura 45. Modelo 3D sólido alteraciones del proyecto “Los Chicharrones” en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.....	70

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos del archivo Collar .....	79
Tabla 2. Datos del archivo Survey.....	80
Tabla 3. Datos del archivo Geo .....	81
Tabla 4. Datos del archivo Assay .....	82
Tabla 5. Datos geoquímicos del Mo .....	86
Tabla 6. Datos geoquímicos del Cu .....	90
Tabla 7. Datos geoquímicos del Pb.....	94
Tabla 8. Datos geoquímicos del Zn.....	97
Tabla 9. Calculo de reserva mineral del prospecto “Los Chicharrones” .....	98

# CAPITULOS I

## Generalidades

### 1.1. Introducción

Actualmente las herramientas computacionales permiten procesar gran cantidad (Big Data) de diferentes tipos de datos geológicos, facilitando la construcción de modelos geológicos en 3D. La sistemática en la modelación de datos se basa en dos enfoques: modelación explícita e implícita.

La técnica tradicional de modelación explícita fue hasta hace poco, el estándar utilizado en la industria (Cowan et al. 2011) para modelado geológico 3D. Se ha basado principalmente en la digitalización manual, siguiendo un enfoque tradicional, produciendo una versión digital de mapas y secciones transversales dibujadas a mano para formar cuerpos en 3D, concepto basado en aplicaciones de diseño asistido por computadora (CAD). Este tipo de modelación de datos, no es adecuado para la construcción de modelos geológicos con abundancia de datos en entornos geológica y geoméricamente complejos. La modelación explícita no incluye datos estructurales de campo (foliación, echado, etc.) en el modelo geológico 3D; tales datos se procesan y analizan por separado y, por lo tanto, desconectados del modelo. La modelación explícita carece de actualizaciones y cambios en tiempo real, se descarta la inclusión de datos adicionales o nuevos. En resumen, el modelado geológico explícito es un proceso subjetivo, que requiere mucho tiempo y que no se puede repetir, en el que la interpretación geológica se

hereda desde el principio; por lo tanto, su uso para fines de interpretación estructural como apoyo en la exploración geológica, debe considerarse con cautela.

La modelación implícita (Cowan et al. 2003) permite generar modelos geológicos 3D internamente consistentes con la base de datos obtenidos a partir de datos de perforación y afloramiento. El modelado implícito permite la construcción de superficies (iso-) y sólidos 3D (Bloques) que se definen por una función matemática continua de volumen (función implícita), que se calcula por interpolación numérica espacial (datos numéricos, geoquímicos, estructurales, geofísicos) y no numéricos (litología, roca alterada, roca fresca, roca huésped). Estos atributos permiten la repetición, adecuación y actualización de procesos de modelación manteniendo una independencia de resultados y, por lo tanto, eliminando el sesgo o tendencia, siendo adecuado para su uso en la construcción de modelos espaciales de cuerpos mineralizados, el análisis y control estructural de cuerpos de mineral, interpolación de datos geoquímicos y ubicación espacial de anomalías geoquímicas y su correlación estructural y geofísica.

En este estudio se sigue el enfoque de modelación implícita 3D (Cowan et al. 2003). El modelado tridimensional de datos en exploración geológica (3DGM) es una tecnología en desarrollo en esta rama de la geología, orientada hacia la exploración de recursos minerales, y estimación cuantitativa de los recursos minerales (Houlding, 1994; Mallet, 2002; Wu and Xu, 2004; Fallara et al., 2006; Sprague et al., 2006; Pan et al., 2007; Wang et al., 2007; Calcagno et al., 2008; Kaufmann and Martin, 2008; Pouliot et al., 2008; Wang et al., 2009a; Xiao, 2009; Zanchi et al., 2009). Actualmente, la modelación 3D integra datos bidimensionales

(2D), base de datos, métodos estadísticos, y tecnología visual 3D. La modelación 3D, permite el modelado de irregulares y complejos objetos geológicos en un entorno 3D utilizando datos geológicos, mapas, registros de estudios geológicos, información estructural, geofísica y datos geoquímicos, obtenidos de mapeo superficial y combinado con datos a profundidad debajo del subsuelo, obtenidos por logeo, muestreo y estudios sobre barrenos de diamante (Mallet, 2002; Zanchi et al., 2009). Por lo tanto, el modelado 3D puede representar sofisticados objetos geológicos en tres dimensiones espaciales, como una función continua  $V=f(x,y,z)$  en coordenadas espaciales con atributos litológicos, geoquímicos, estructurales, geofísicos, etc. Los modelos 3D pueden ser aplicados en la construcción de modelos estructurales de objetos geológicos que involucren estrato, estructura, cuerpo rocoso, anomalía geofísica, anomalía geoquímica y cuerpo mineral (Kaufmann and Martin, 2008; Xiao, 2009). Los modelos 3D también son utilizados como apoyo en la interpretación de la génesis de objetos geológicos (cuerpos mineralizados) mediante análisis espacial e interpretación geológica con relación al contexto metalogénico regional y la tipificación de modelos de depósitos minerales.

Los trabajos hasta ahora realizados en el área de estudio, carecen de un enfoque tridimensional (3D), quedando aún sin resolver el comportamiento espacial a profundidad del depósito mineral, así como la continuidad de las anomalías geoquímicas y su control estructural a profundidad. En esta trabajo, se desarrollan modelos 3D derivados de una red de barrenos de diamante, se generó un modelamiento implícito con los datos obtenidos de los barrenos, para crear bloques

sólidos 3D y secciones 2D virtuales, mediante las rutinas de interpolación disponibles en el software LeapFrog Geo, para construir modelos 3D del Prospecto de Mo **Los Chicharrones, Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa** (incluyendo geología local, distribución de las anomalías geoquímicas, distribución de la mineralización (Block Models), roca alterada, roca fresca, datos geofísicos).

## 1.2. Objetivo del estudio

Establecer la utilidad de la modelación tridimensional de yacimientos para la planeación de actividades de exploración y explotación por este modelo los márgenes de confiabilidad son mejores, mediante el manejo de un gran volumen de datos geológicos, geofísicos y geoquímicos en Leapfrog Geo, que permitirán al usuario conocer, interpretar, visualizar los datos en la escena de 3D y seleccionar las características y potencialidad de la zona del prospecto “Los Chicharrones”.

## 1.3. Trabajos previos

### 1.3.1. Antecedentes históricos de la región

Actualmente en las zonas mineras Otatillos y Chihuahuita hacia la porción este de la carta geológica Badiraguato G13-C32, existe actividad minera en diferentes niveles de desarrollo. Así mismo, en las zonas mineras Mocorito y Jesús María al oeste y sur de la carta respectivamente. La actividad minera varía de poco a mediano desarrollo, donde las zonas favorables de mineralización de mena. Entre los estudios ocurren principalmente en forma de stockwork, zonas de vetas y brechas, asociadas a eventos hidrotermales y procesos supergénicos. Los principales metales que se explotan son: Au, Cu; Au, Ag, Cu; Ag, Pb, Zn; Pb, Zn, Cu; y Mo, W, Cu. Entre la información disponible del área, se tienen los estudios realizados por el Servicio Geológico Mexicano, los cuales han sido tanto a escala regional y más locales a escala de prospectos mineros, representando una información de base muy valiosa; también existen trabajos geológicos a diferentes escalas realizados por otras instituciones como UNAM e INEGI.

Entre los estudios realizados en el área se tiene el de 1976 Bustamante. M.A., et al. (1976), en aquel entonces geólogos del Consejo de Recursos Minerales, quienes realizaron un estudio geológico minero del área de Otatillos de la zona de brechas Brecha Virginia, municipio de Badiraguato, Sinaloa, México. En su estudio, estos autores reportan la ocurrencia de una zona de metamorfismo de contacto, producido cuerpos intrusivos que cortan a rocas pre-mesozoicas, produciendo

zonas mineralizadas asociadas a aureolas de metamorfismo de contacto con la presencia de hornfels de silicatos cálcicos. Las zonas mineralizadas están relacionadas a un proceso de metasomatismo e hidrotermalismo que migró a través de zonas fracturadas, dando lugar al relleno de fracturas por precipitación de cobre en vetas y en menor proporción plomo, zinc, plata y oro.

Otro estudio realizado por Yáñez. M. C. F. (1978), que consiste en un informe preliminar sobre el stockwork de molibdeno “Los Chicharrones” en Nacoriba, municipio de Badiraguato, estado de Sinaloa. Aquí este autor reporta la ocurrencia de mineralización tipo pórfido, donde la roca huésped es un pórfido cuarzomonzonítico emplazado en rocas andesíticas, al cual se asocia una zona hidrotermal de stockwork; entorno a la zona de pórfido se tienen pequeños stocks de latita en forma de “Domo” típica en este tipo de yacimientos. Se pueden observar zonas de alteración hidrotermal bien definidas, las cuales presentan la siguiente distribución: un núcleo silíceo con ocurrencia de pequeñas zonas argílicas aisladas, siendo este núcleo circundado por alteración potásica y esta a su vez rodeada por una zona filica, en la parte externa y rodeando a las zonas anteriores se puede observar una zona de débil alteración propilítica.

Soberanes. F. y Cruz. G. (1979) realizaron un estudio geológico minero del prospecto “Cerro de los Guerrero” municipio de Badiraguato. Estos autores reportan la existencia de pequeños lentes de cuarzo con mineralización de plata, oro, plomo y zinc, hospedados en rocas metamórficas, intrusionadas por un stock granítico y este a su vez cubierto por derrames volcánicos de edad cenozoica. Según los mismos autores, esta mineralización es del tipo hidrotermal rellenando fisuras, las

cuales están en su mayoría orientadas casi norte-sur, con espesores que varían de 0.60 a 1.50 m, con ley promedio de 1.41 g/t de oro; 393 g/t de plata; 1.98% de plomo y 0.58% de zinc.

Bustamante Y. (1979) realizó estudios geoquímicos en la zona de stockwork de molibdeno denominada "Los Chicharrones", en Nocoriba, municipio de Badiraguato. El estudio realizado por Bustamante Yañez, está basado en las características de la mineralización, se define como un stockwork del tipo pórfido cuprífero, hospedado en un stock pórfido cuarzomonzonítico que intrusión a rocas andesíticas. Harper, B.C.O. et al. (1979) en el mismo año realizaron un estudio de caracterización de la alteración del stockwork "Los Chicharrones". Identificando dos diferentes etapas de mineralización hidrotermal que ocurren en un pórfido que varía de granodiorítico a monzonítico. La primera etapa está representada por la asociación de tres tipos de alteración: potásica, fílica, argílica y propilítica. De las cuales, la más importante es la potásica, identificada por la presencia de feldespatos potásico y cuarzo, acompañados por molibdenita, pirita, arsenopirita, emplazados en vetillas de cuarzo. La segunda, etapa está representada por mineralización de galena y esfalerita con exsoluciones de calcopirita; además, se observa que la mayoría de los feldespatos parcial a totalmente alterados a sericita, de algunos solo quedan relictos.

Cifuentes (1979) reporta un informe de un trabajo geofísico realizado en el cerro de "Los Chicharrones".se reportan cuatro anomalías a las que denomina "A", "B", "C" y "D". De estas, la de cargabilidad más baja la asocian con la brecha stockwork "Los Chicharrones". Los tres restantes sin asociación clara a algún tipo

de mineralización, por lo que recomienda un estudio geoquímico sobre estas anomalías de pirita.

Silva Macedo et al. (1980) realizaron un estudio metalogénico del stockwork de molibdeno "Los Chicharrones". Estos autores describen la compleja evolución magmática e hidrotermal del área; inicialmente se tiene vulcanismo andesítico, seguido por erupciones en fisuras de pórfidos de latita-andesita y diques andesítico-granodiorítico que junto con el fallamiento normal configuran estructural y fisiográficamente la morfología de un horst. Posteriormente ocurre el emplazamiento de cuerpos intrusivos graníticos hipabisales, diferenciándose texturalmente tres fases: granodiorita, cuarzomonzonita y aplita. Considerando la fase cuarzomonzonita como el evento magmático principal y probable fuente de la alteración y mineralización.

En 1981, Flores. M., llevo a cabo reconocimiento geológico minero de algunos prospectos en el municipio de Badiraguato. El reconocimiento fue a la vez un estudio de factibilidad para respaldar la instalación de una planta de beneficio en la cabecera municipal de Badiraguato; En este reconocimiento preliminar se seleccionaron dos localidades mineras con características importantes, una de ellas "La Selva Rica", que había sido propuesta anteriormente para un programa de exploración y la otra llamada "Washington", ubicada dentro del mismo fundo minero que ampara la brecha de colapso "Virginia"; donde se puede observar actividad de trabajos de gambusineo superficial.

En 1981, Rangin C., a través del Instituto de Geología de la UNAM, realiza un estudio acerca del ambiente geodinámico de la región noroccidental de México, donde sintetiza la compleja historia geológica de la parte noroccidental de la República Mexicana (carta Conitaca G13-C84 2004, SGM) asociada a la evolución del margen continental del continente norteamericano. Rangin (1981) varias fases tectónicas temporalmente sobrepuestas que son el origen de esta cadena peri-pacífica. Damon et.al. (1981) estudian (en la carta Conitaca G13-C84 2004, SGM) la evolución de los arcos magmáticos en México y su relación con la metalogénesis, donde sugieren la secuencia de varios eventos siendo estos: 1.- Magmatismo batolítico del Pérmico tardío asociado a la sutura final del proto-atlántico. 2.- Desarrollo de un arco magmático en Nevada y desierto Mojave, durante el Triásico medio. 3.- Extensión de este arco en la margen sur de la cordillera, durante el Jurásico medio. 4.- Apertura del golfo de México en el Jurásico medio. 5.- Surgimiento y desarrollo del arco magmático cordillerano en el norte de México cerca de la margen convergente durante el Jurásico tardío. 6.- Migración lenta en tiempo y espacio del arco cordillerano hacia el este durante el Cretácico temprano. 7.- Migración rápida hacia el este al este como resultado del incremento en la convergencia de 80 a 40 M.a. 8.- Retroceso de la migración del arco cordillerano durante Oligoceno. 9.- Terminación del magmatismo calcoalcalino asociado a la subducción. 10.- La generación de vulcanismo basáltico primario en respuesta a la despresurización y posterior fusión parcial del manto provocado por la extensión y ascenso del manto, seguida de la regresión del arco cordillerano.

Damon et.al. (1981) proponen que la paleogeografía del Cretácico-Cenozoico de México es el resultado de dos procesos fundamentales: la migración del arco cordillerano y el levantamiento continental en la margen convergente. El levantamiento controla y acelera los procesos de denudación con la exhumación, exposición y en algunos casos destrucción de depósitos minerales y la regresión de los mares epicontinentales. Se puede observar un distintivo NNW de los depósitos minerales al sur de la cordillera, paralelo a la margen convergente.

En el año de 1985 el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), realizó la cartografía de la "Carta Geológica Pericos" G13-7, escala 1: 250,000, donde se reporta que las rocas más antiguas corresponden a una secuencia metavolcánica de las facies de esquistos verdes, compuestas por andesitas con horizontes de argilitas y pedernal recristalizado que constituyen parte del arco Alisitos del Jurásico superior-Cretácico, al que denominan informalmente arco Sinaloa. En la misma carta, se reporta que, durante el Cretácico superior, ocurre el emplazamiento de cuerpos plutónicos de composición granodiorítica. En la misma carta se describe que, durante la última etapa del plutonismo, en el Mesozoico inferior, ocurren emisiones volcánicas calcoalcalinas compuestas por andesitas, tobas y brechas de composición intermedia a ácida, definiendo así la secuencia inferior de la Sierra Madre Occidental. Así mismo, que el Cenozoico superior está representado por rocas sedimentarias siliciclásticas como areniscas y limolitas, cubiertas por una posterior etapa volcánica compuestas por basaltos, brechas volcánicas ácidas, constituyendo las cuencas y sierras, y finalmente las unidades cuaternarias.

García (1988) llevan a cabo (en carta Conitaca G13-C84, escala 1: 50,000; 2004 SGM) la geo-rectificación, procesamiento e interpretación de imágenes de satélite del estado de Sinaloa. En ese trabajo, resumen que la mineralización en general se emplaza en rocas ígneas intrusiva y extrusivas mayormente Cenozoicas, ocurriendo en cuatro tipos: depósitos diseminados, de segregación magmática, de contacto y de vetas. Reportan también la existencia de depósitos no-metálicos donde se explotan: calizas, yeso, caolín, barita, sericita, mármol y materiales para la construcción.

En 1998, el Consejo de Recursos Minerales, lleva a cabo la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta Pericos, G13-7, escala 1: 250,000, definiendo dentro de la carta 11 unidades litológicas, siendo las de mayor antigüedad las rocas metavolcanosedimentarias del Paleozoico hasta el Pleistoceno, cuya naturaleza comprende tanto a rocas ígneas intrusivas y extrusivas, así como sedimentarias.

### 1.3.2. Antecedentes históricos del cerro Chicharrones

Los trabajos realizados Durante los años de 1976 a 1998 por el Consejo de Recursos Minerales (Servicio Geológico Mexicano) en estas áreas mineralizadas, van desde reconocimientos geológico mineros preliminares a trabajos de exploración. En los últimos años la actividad minera ha caído considerablemente hasta quedar totalmente abandonada. No obstante, los yacimientos pueden presentar grandes posibilidades y áreas de oportunidad, para ser explotados en un futuro próximo.

La exploración de este depósito se inició en el año de 1978 y continuo hasta septiembre de 1981, casi sin interrupción alguna; desarrollándose todas las técnicas de exploración con que contaba el Consejo de Recursos Minerales (Servicio geológico mexicano), no se encontró información por parte de compañías mineras. En 1978, Yáñez Mondragón hizo el primer Informe preliminar sobre el Stockwork de Molibdeno “Los Chicharrones”.

En 1980 se dieron conocer por el Consejo de Recursos Minerales, los resultados de la barrenación de diamante superficial y de la obra minera con evaluación de reservas sobre el Stockwork de Molibdeno “Los Chicharrones”. En 1982 el CRM, publica el informe sobre los trabajos de exploración, evaluación de reservas y posibilidades del yacimiento tipo Stockwork de Molibdeno “Los Chicharrones”, en Nacoriba, municipio de Badiraguato, Estado de Sinaloa.

## 1.4 Método de trabajo.

### 1.4.1. Instrumentos

Las herramientas de trabajo que se utilizaron fueron:

1. Leapfrog Geo
2. AutoCAD
3. ArcGIS

## 1.4.2. Procedimiento

### Pasos realizados en modelamiento litológico y alteraciones

1. Recopilación de la información de exploración del Servicio Geológico Mexicano
2. Se creó una base de datos de logueo en Excel
3. Importación de la topografía del área y la base de datos (Collar, Survey, Geo, y Assay)
4. Se hizo una modelación implícita de cada litología a partir del mapeo y la barrenación de diamante.
5. Se realizó una correlación estratigráfica y cronológica de las litologías
6. Obtenemos el modelo geólogo 3D en solidos

### Pasos realizados en modelamiento Geofísico y Geoquímico

1. Se creó una base de datos en Excel
2. Se realizó una interpolación de los datos

### Pasos realizados en modelamiento del Block Model

1. A Partir de base de datos (Assay) se genera una estimación de recurso del prospecto.
2. Se crea el block model donde se evalúa con la litología cuarzomonzonita siendo la roca mineralizada
3. Se realiza parámetros para block model (Fig. 27)

## 1.5. Cultura y economía de la región

### 1.5.1. Demografía

EL municipio tiene 29999 habitantes (15524 hombres y 14475 mujeres) situado en el Estado de Sinaloa, con una radio de fecundidad de 3.12 hijos por mujer. El 1,50% de la población proviene de fuera del Estado de Sinaloa. El 0,46% de la población es indígena, el 0,28% de los habitantes habla alguna lengua indígena, y el 0,00% habla la lengua indígena pero no español (2010 de INEGI).

### 1.5.2. Religión

Básicamente se practican 3 religiones, el 84% de la población se declaró católica, según resultados del Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2010. El 5% de la población del estado de Sinaloa se declaró protestante y evangélico, y en número exactos las personas que profesan dichas religiones alcanzan la cifra de 140, 745.

### 1.5.3. Educación

La infraestructura educativa es suficiente para atender las necesidades del poblado hasta el nivel superior.

#### **1.5.4. Salud**

La Secretaría de Salud tiene un hospital integral de Badiraguato, 13 centro de salud y 15 caravanas de salud, distribuido por las comunidades de dicho municipio

#### **1.5.5. Abasto**

Los habitantes se abastecen de Culiacán Sinaloa y del municipio de guamúchil, Sinaloa.

#### **1.5.6. Ganadería y agricultura**

Sus principales cultivos son las cosechan; maíz, cacahuate, sorgo, garbanzo, etc. En la ganadería corresponde a principales productores pecuarios del estado. La principal especie es la bovina, seguida de la caprina y la porcina; se practica también la apicultura

#### **1.5.7. Minerías**

En la región la minería se practica, pero a muy baja escala los minerales que se explotan son plata, cobre y plomo.

#### **1.5.10. Clima y vegetación**

El clima se caracteriza por un clima cálido subhúmedo esto en base a la clasificación del INEGI, 2011. De la parte central del municipio hacia el norte el clima se caracteriza por ser templado semicálido subhúmedo, con lluvias en verano. La temperatura media anual del municipio es de 24.5°C con mínimas de 2°C y máximas de 44.5°C. Son frecuentes las heladas en las zonas más altas y del municipio. La

precipitación pluvial media es de 698.9 milímetros al año, los vientos dominantes se orientan en dirección noroeste y su velocidad es de dos metros por segundo.

Según la carta de suelo usos de suelo y vegetación del INEGI (2011). Se caracteriza por una vegetación predominante de selva baja caducifolia con áreas reducidas de bosques de encino y pino-encino hacia la parte noroeste del municipio.

## **CAPITULO II**

### **Geografía**

#### **2.1. Localización del área, accesos, y vías de comunicación**

El área de estudio se encuentra en la Hoja Geológica G13-C32 escala 1:50,000, de Badiraguato, Sinaloa del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) y se delimita entre los paralelos 25° 15' 00" a 25° 30' 00" de latitud norte y los meridianos 107° 20' 00" a 107° 40' 00" de longitud oeste. El sistema de coordenadas usado para todos los planos y secciones es el de Transversal Universal de Mercator (WGS 84) Zona 13 (hemisferio norte).

Partiendo de la ciudad de Culiacán, Sinaloa el principal acceso se tiene por la carretera internacional No. 15, en el tramo comprendido entre Culiacán-Guamúchil a la altura del kilómetro 44 se encuentra el cruce con la carretera estatal No. 24 Pericos-Badiraguato que parte hacia el noreste hasta Badiraguato.

Lugar de estudio se encuentra en la sindicatura de Otatillos aproximadamente a 23 km al oriente de la cabecera municipal; en las coordenadas UTM 2'813,834 de latitud norte y 260,264 de longitud oeste; el acceso se realiza partiendo de Badiraguato hacia el oriente, por un camino de terracería que pasa por las rancherías de Los Ayala, El Palmar, Los Parajes, El Terreno (San Antonio) y Nacoriba, con un recorrido de 38 km.

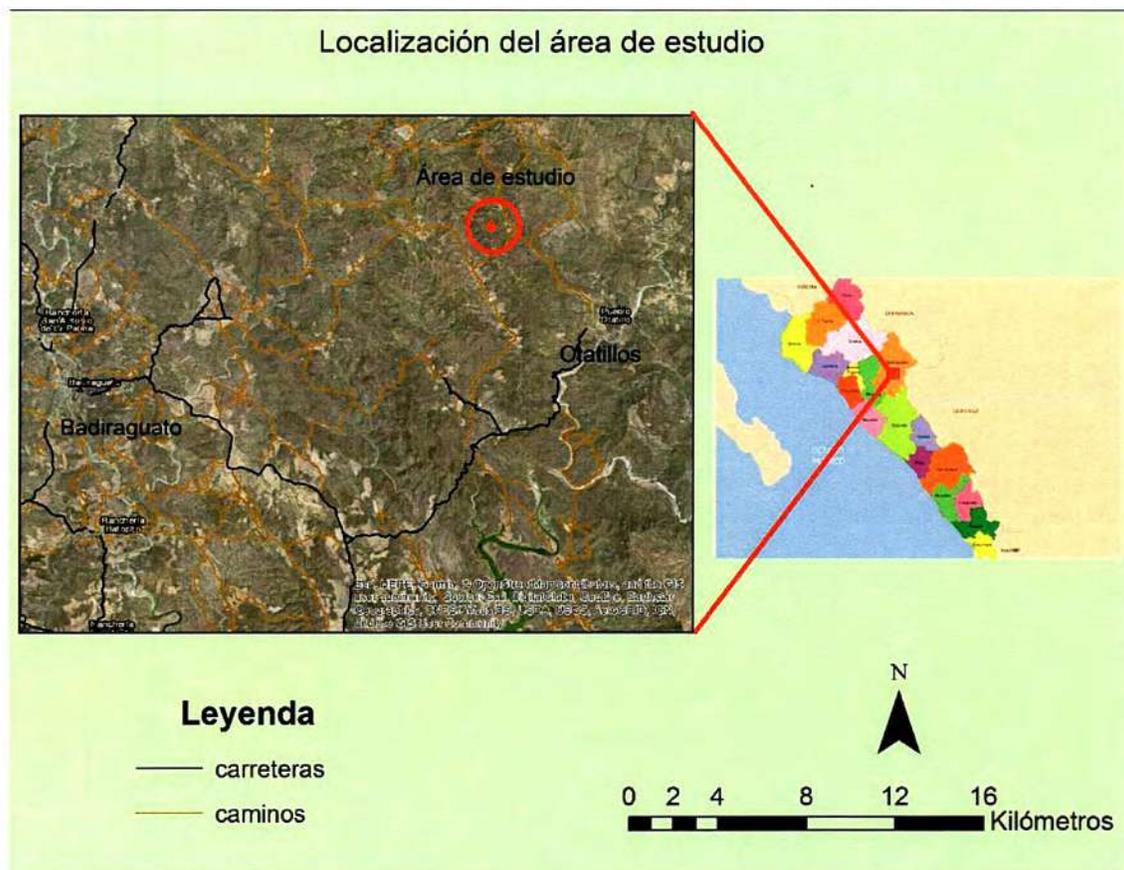


Figura 1. Ubicación del área de estudio tomada del satelital del Google Earth.

## 1.2. Fisiografía

De acuerdo con la clasificación de las provincias fisiográficas elaboradas por Raisz E., 1964, quedando dentro de la carta Conitaca G13-C84, escala 1: 50,000; 2004, SGM, la carta queda comprendida entre las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Occidental y la de Sierras Sepultadas.

La provincia de la Sierra Madre Occidental se subdivide en dos subprovincias, quedando comprendida una pequeña porción del noreste de la carta, dentro de una de las subprovincias denominada Planicie de Lavas Riolíticas. Tiene una anchura variable de 20 a 50 km y el promedio de elevación varía de 1200 a 2400 m.s.n.m., la mayor parte de estas mesetas están formadas por emisiones y piroclásticos de constitución riolítica de donde nacen los arroyos Grande y Otatillos.

La provincia de Sierras Sepultadas se subdivide en dos subprovincias, quedando la mayor parte de la porción del área estudiada ubicada en la subprovincia de "Estribaciones de Pie de Monte" (constituidas por unidades volcánicas de edad Miocénica e intrusivas de edades desde el Cretácico al Cenozoico), con un promedio de elevación que varía de 600 a 1200 m.s.n.m. Esta subprovincia se tiene bien delimitada a todo lo largo del estado, constituyendo una franja paralela a la zona de barrancas, constituida por porciones menos altas que gradualmente van disminuyendo en altura hasta llegar a la planicie costera.



teniendo una ligera desviación al sureste en el poblado de Bachimeto hasta la localidad El Realito, en donde cambia su curso al suroeste hasta desembocar en el estero del Pabellón.

## CAPITULO III

### Marco geológico

#### 3.1. Entorno geología regional

EL proyecto “Los Chicharrones” se encuentra dentro de la Sierra Madre Occidental que incluyen tanto a rocas ígneas intrusivas, extrusivas, sedimentarias y metamórficas. Los datos de esta carta (Figura.3) se recortó se limita al área de interés.

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano, las rocas más antiguas del cretácico inferior, están representada por una secuencia de rocas de origen volcanosedimentario, constituida por un paquete que va de la base a la cima por andesita y tobas de la misma composición, intercaladas por caliza-lutita y arenisca-lutita; estas secuencias se encuentran afectada por grados de metamorfismo y comparte al menos la última deformación durante el evento laramidico.

En el Mesozoico tardío al Cenozoico temprano, se produjo el emplazamiento del dominado batolito de Sinaloa (Henry, 1975), constituido esencialmente por cuerpos plutónicos e hipabísales de composición granodiorítica y diorítica, pórfidos dioríticos que intrusionan a las secuencias de andesitas y tobas andesíticas del Cretácico inferior.

Durante el Oligoceno tardío y Mioceno temprano ocurre un evento volcánico de composición félsica, representado en el área de interés por riolita y toba riolítica del Oligoceno-Mioceno, a la unidad anterior le sobreyace, discordantemente, el sistema Mioceno, el cual está representado por conglomerado polimíctico y arenisca, sintectónicamente intercalado por andesita-toba andesítica, riolita-toba riolítica y andesita-basalto, constituyendo así un vulcanismo de tipo bimodal. Estas secuencias fueron depositadas en las partes topográficamente más baja, limitadas por fallamiento de tipo normal, que incluyen el emplazamiento de pequeños cuerpos de ambiente hipabisal, integrados por pórfidos riolíticos y algunos diques, de composición andesítica; por la relación estratigráfica se le ha asignado una edad del Mioceno(?), considerando la similitud con la Formación Báucarit (McDowell, Roldán y Amaya 1997).

Litológicamente son similares a los depósitos de la Formación Báucarit de Sonora. McDowell, Roldán y Amaya 1997, (en carta Conitaca, G13-C84, escala 1: 50,000; 2004 SGM), relacionan a esta secuencia con la extensión de la provincia de Cuencas y Sierras, considerada en un periodo de 20 a 27 Ma.

Finalmente, durante el Plioceno y el Pleistoceno se tiene una sedimentación clástica constituida por depósitos de conglomerados polimícticos, compuestos por fragmentos de tobas riolíticas, andesitas, basaltos y algunas granodioritas, dentro de una matriz arenosa, por último, se presentan los aluviones, en los ríos y arroyos principales (SMG, 2006).

Mapa geológico de la zona mineralizada Oatillos, Badiraguato, Sinaloa

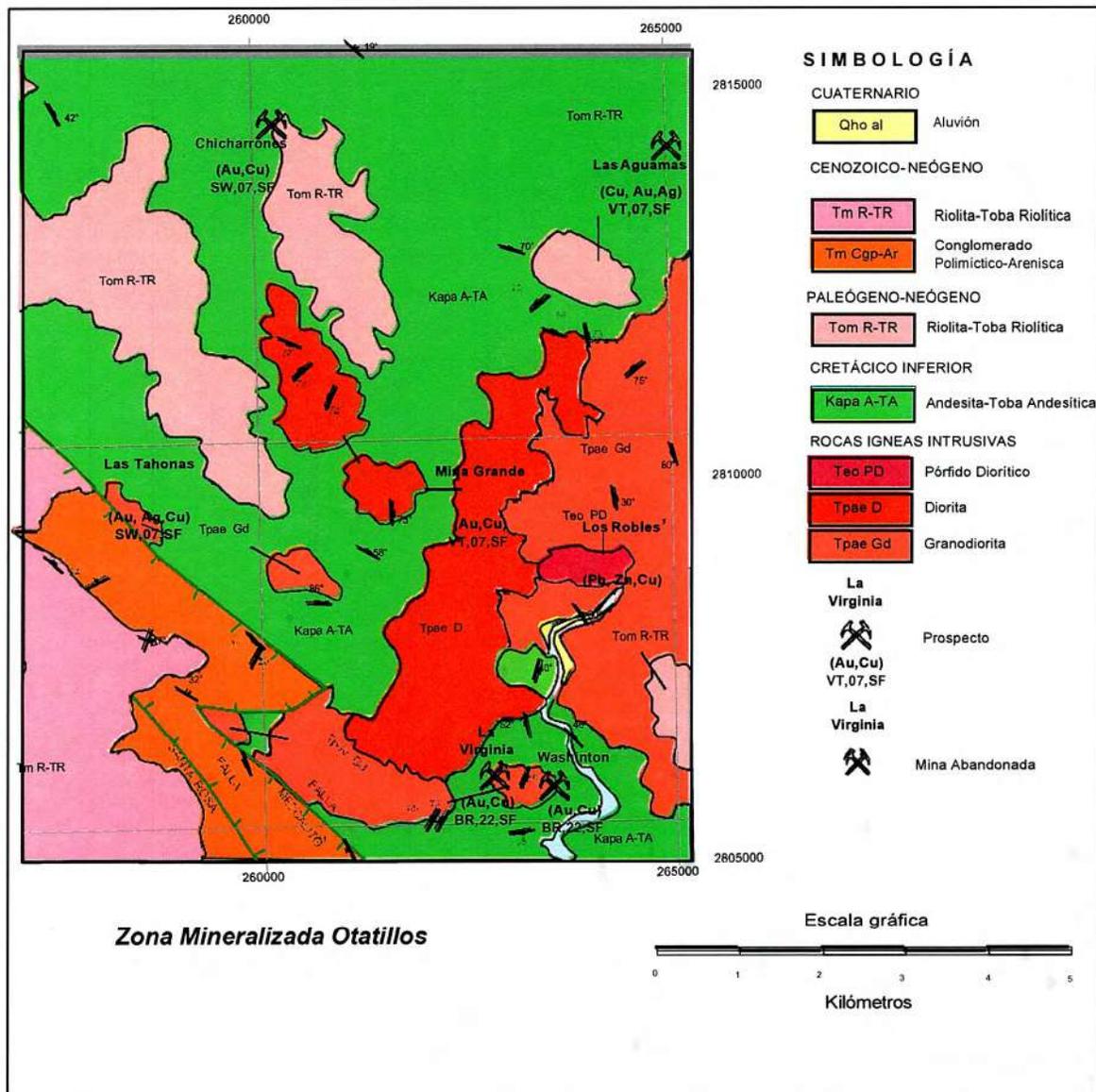


Figura 3. Mapa geológico de la zona mineralizada Oatillos, Badiraguato, Sinaloa, México. Kapa A-TA: Aptiano-Albiano - Andesita-Toba Andesítica, Ka Cz-Lu: Albiano - Caliza-Lutita, Tpaee Gd: Cenozoico Paleógeno (Paleoceno-Eoceno) – Granodiorita, Tpaee D: Diorita, Teo PD: Eoceno-Oligoceno - Pórfido Diorítico, Tom R-TR: Cenozoico Paleógeno-Neógeno - Riolita-Toba Riolítica, Tm Cgp-Ar: Cenozoico Neógeno - Conglomerado polimíctico-Arenisca, Tm R-TR: Cenozoico Neógeno -Riolita-Toba Riolítica, Qho al: cuaternario-aluvión.

## 3.2. Tectónica regional

La evolución tectónica del noroeste de Sinaloa el primer evento orogénico que afectó a la región fue la orogenia Jaliscoiana, interrumpiendo la sedimentación del Paleozoico, el segundo evento es la orogenia Larámide, responsable directa del movimiento compresivo producto del choque entre la placa Farallón y la Placa Americana (Rangin 1976), que dio origen al emplazamiento del batolito de Sinaloa, las secuencias paleozoica y mesozoica.

Al término de este movimiento se produjo un segundo evento, este de tipo distensivo, dando origen a la tectónica del "Basin and Range" (Damon y Mauger 1966) formando graben y horst, representados por la serie de fallamientos de rumbo NW-SE formando sierras y valles, así como movimientos transtensivos dextrales, constituyendo un sistema de movimiento ENE-WSW que tiene continuidad en la región; así mismo, se originó la apertura del golfo de California, originando la falla transcurrete de San Andrés.

## CAPITULO IV

### Geología del proyecto

#### 4.2 Geología del cerro Los Chicharrones

Las rocas más antiguas dentro del área del yacimiento (Figura 12), están constituidas por los derrames de andesita porfídica donde ese emplaza el stock mineralizado, contemporáneamente con estas emisiones se tiene el emplazamiento de los diques andesíticos, y mediante la barrenación de diamante profunda se define a profundidad la presencia de un pórfido cuarzodiorítico y de un intrusivo granodiorítico que constituyen parte de un batolito granítico de grandes dimensiones (Bustamante Yáñez, 1979).



Figura 4. Vista panorámica del parteaguas donde se encuentra localizado en el cerro "Los Chicharrones".

El emplazamiento del stock de pórfido cuarzomonzonítico es el evento posterior, al cual está asociado directamente la mineralización y al mismo tiempo tiene lugar la extrusión de un magma de latita de cuarzo en los alrededores del yacimiento.

La brecha Chicharrones se considera uno de los eventos posteriores al emplazamiento de la mineralización, pero está asociado a los fenómenos tectónicos que controlan al yacimiento.

A continuación, se describen las principales unidades litológicas del proyecto “Cerro los Chicharrones”

ANDESITA PORFÍDICA. - Constituye una de las rocas de mayor distribución dentro del área que cubrió discordantemente a las rocas sedimentarias del mesozoico y se considera de gran importancia, porque es la encajonante del stock del pórfido cuarzomonzonítico que contiene la mineralización. Silva (1980) clasifica a esta roca como un pórfido de latita-andesita de color gris verdoso a violeta de textura porfídica, con fenocristales que varían en tamaño de 1 a 2 centímetros, presentando un alineamiento subparalelo (Figura 5).

Se puede observar que el pórfido de latita-andesita muestra alteración potásica (biotita) cercana al intrusivo y al alejarse del intrusivo la alteración gradúa a argílica. De igual forma, el ramaleo de vetas de cuarzo con molibdeno (stockwork) es más intenso cercano al intrusivo y disminuye al alejarse (Figura 6).

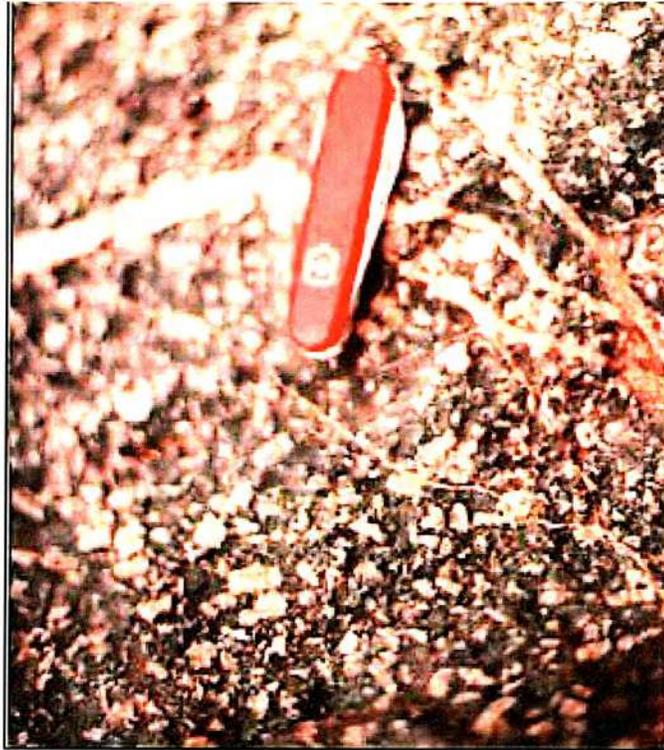


Figura 5. Andesita Porfídica roca encajónata del stock de cuarzomonzonita que contiene la mineralización.



Figura 6. Andesita porfídica que constituye la roca encajónata de la cuarzomonzonita, se aprecia vetillas de cuarzo con molibdeno hacia sus bordes.

DIQUES ANDESITICOS. – Se definen perfectamente dos diques de tipo andesítico que cortan los derrames de andesita porfídica en el área del yacimiento con una orientación NW-SE.

El primero de ellos está cortado y deformado por el emplazamiento del stock de pórfido cuarzomonzonítico (Figura 7), tiene un espesor variable de 30 a 40 metros y se extiende lo largo de 800 metros; el otro dique localizado al sur del yacimiento tiene un espesor más reducido, variable de 15 a 40 metros, se mapeo por más de 600 metros. Superficialmente el dique es de color gris oscuro, de textura afanítica con pequeños fenocristales de 1 mm aproximadamente.

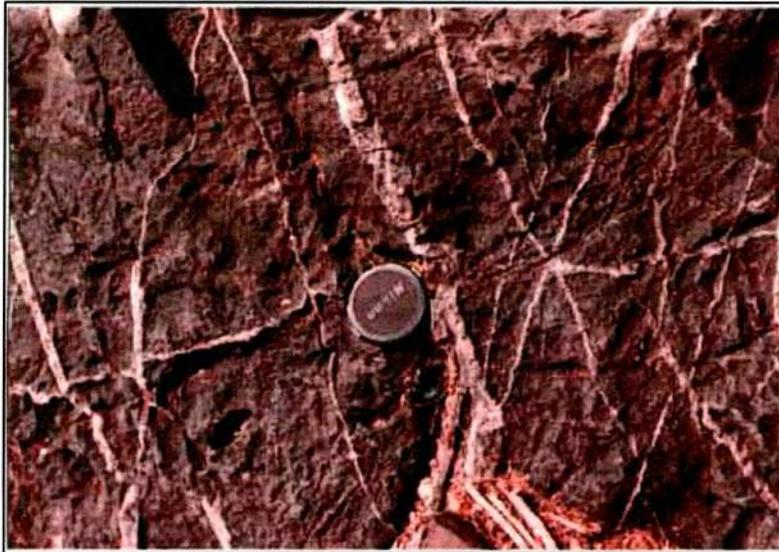


Figura 7. Dique andesítico que se encuentra afectado por el stockwork sin molibdeno se encuentra en contacto con el intrusivo cuarzomonzonita

PORFIDO CUARZODIORITICO Y GRANODIORITA. -Mediante la barrenación de diamante profunda (Fig. 29 y 30), se han podido determinar dos tipos, de rocas intrusivas: Pórfido cuarzodiorítico presenta un color gris oscuro, textura media, se encuentra en contacto la granodiorita de color gris con textura microcristalina (no se sabe todavía si corresponde la fase más temprana del intrusivo o es una simple variación de este). se interpreta que es parte del batolito conocido sobre el valle de Otatillos.

PORFIDO CUARZOMONZONITICO. – Aflora en un pequeño parteaguas (Fig. 4) con una extensión aproximada de 35000 m<sup>2</sup> de forma irregular, alargada con un rumbo de 35° al NE. El pórfido cuarzomonzonítico de biotita presenta una textura fanerítica-porfídica a afanítica (Fig. 8). Los fenocristales de cuarzo (ojos) Son de forma sub-hedral a sub-elíptica de grano fino a grueso y las plagioclasas (Albita-Oligoclasa) presentan alguna el tipo polisintético y otras zoneamiento optico. El feldespato es principalmente microclina, peritítica y ortoclasa con intercrecimientos locales de plagioclasas. La matriz está compuesta de feldespato y cuarzo, constituye entre un 40 y 50 por ciento.

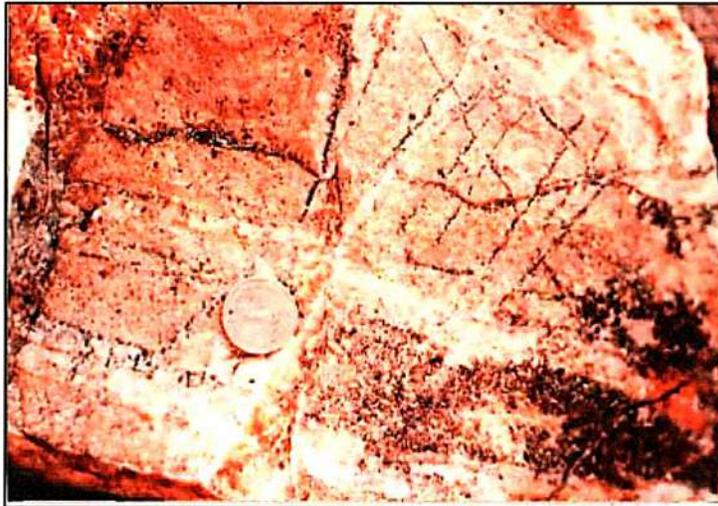


Figura 8. Pórfido cuarzomonzonita alterado se aprecia las vetillas de cuarzo conteniendo Mo en sus bordes.

LATITA DE CUARZO. - Esta unidad se encuentra ocupando las porciones más elevadas de los cerros, se trata de una roca de color blanco a rosa claro, de textura afanítica con intensa alteración hidrotermal, que inicialmente fue clasificada por el autor de este trabajo de tesis como latita porfídica. Silva (1980) la clasifica como una aplita por su textura característica, pero por el análisis químico y contenido mineralógico, ha sido clasificada como latita de cuarzo que corresponde de hecho, al equivalente de un magma cuarzomonzonítico.

BRECHA CHICHARRONES, - Se considera a esta brecha relacionada a la fase intrusiva cuarzomonzonítica, observándose un predominio en su composición de fragmentos sub-angulosos a redondeados provenientes de las rocas ígneas locales (Figura. 9). La brecha constituye el evento más joven con relación a los diferentes eventos asociados al yacimiento, ha sido clasificada como una brecha

ígnea o intrusiva, la estructura tiene la misma orientación NE-SW que el stock de cuarzomonzonita, de forma ligeramente oval con 450 metros de largo y 300 de ancho en su extremo NE y 200 metros hacia el extremo SW.

Los fragmentos de la brecha cubren un rango amplio de dimensiones, hasta de un metro de diámetro. Petrográficamente se encuentra constituida por fragmentos de pizarra, pórfidos de latita-andesita, cuarzomonzonita, y cuarzo en general. La matriz esta remplazada por alteración silícica y con diferentes tipos de arcillas (20%) lo que refleja el tipo de alteración presente en esta roca dada por los conjuntos de minerales siguientes: cuarzo, sericita, pirita, así como plagioclasas completamente sericitizadas, calcita, clorita, feldespatización en los ojos de cuarzo provenientes de los fragmentos de cuarzomonzonita y óxidos. Se puede observar en los fragmentos más grandes de cuarzomonzonita la presencia de vetillas con molibdenita (Fig. 10 y 11).



Figura 9. Brecha chicharrones, se aprecian fragmentos Metasedimentarias del basamento.



Figura 10. Muestra del núcleo de la barrenación de la brecha Chicharrones donde se aprecia un fragmento de la cuarzomonzonita mineralizada con molibdeno a la profundidad de 307 metros.



Figura 11. Muestra del núcleo de la barrenación de la brecha Chicharrones donde se aprecia un fragmento otro fragmento mineralizado de forma alargada con hilillos de molibdenita a la profundidad de 387 metros.

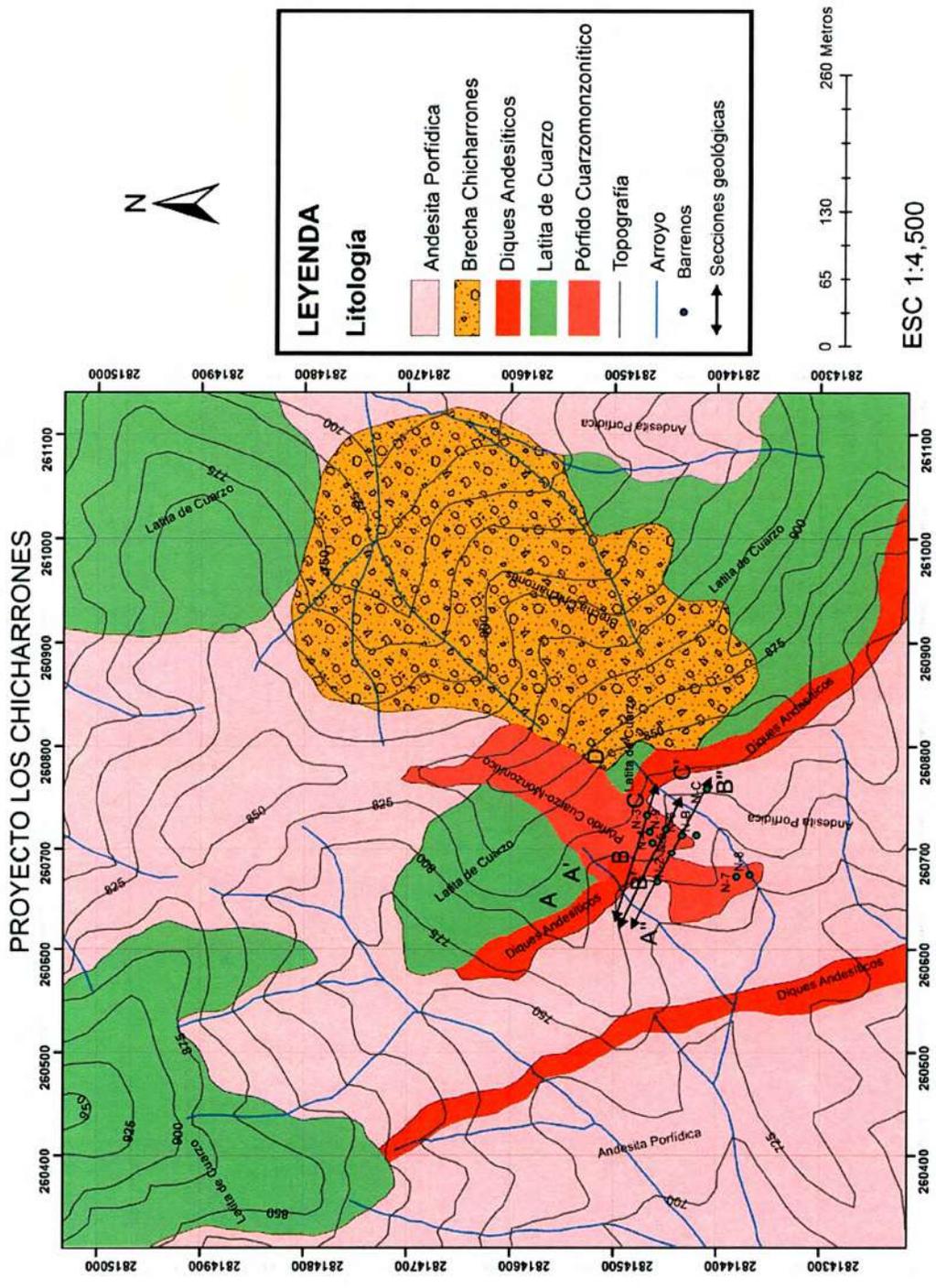


Figura 12.- Mapa geológico del área "Los Chicharrones" de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México.

## Columna estratigráfica representativa del proyecto Los Chicharrones



Figura 13. Columna estratigráfica del proyecto “Los Chicharrones” de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México.

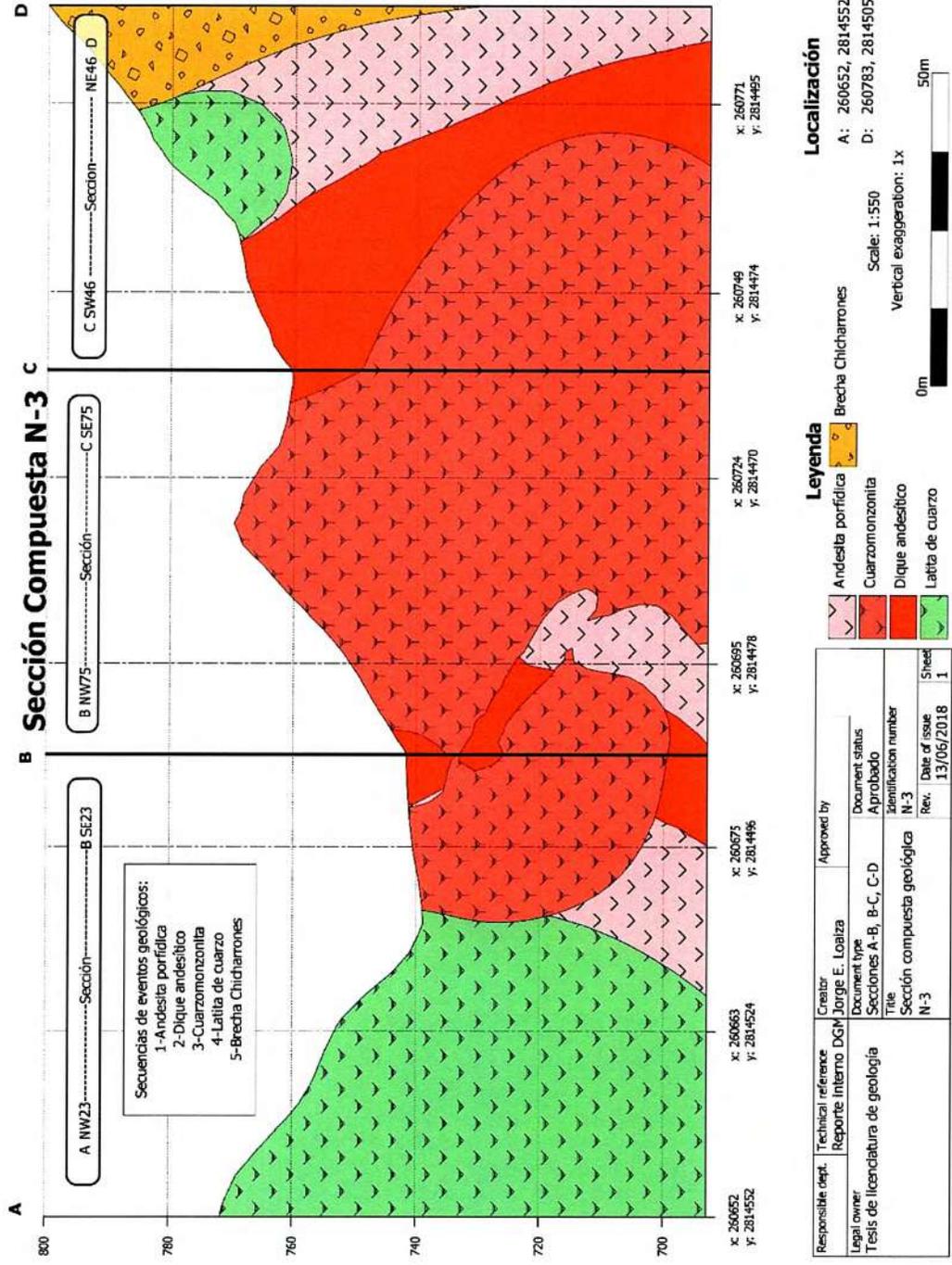


Figura 14. Sección N-3 geológica del proyecto "Los Chicharrones" de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México.

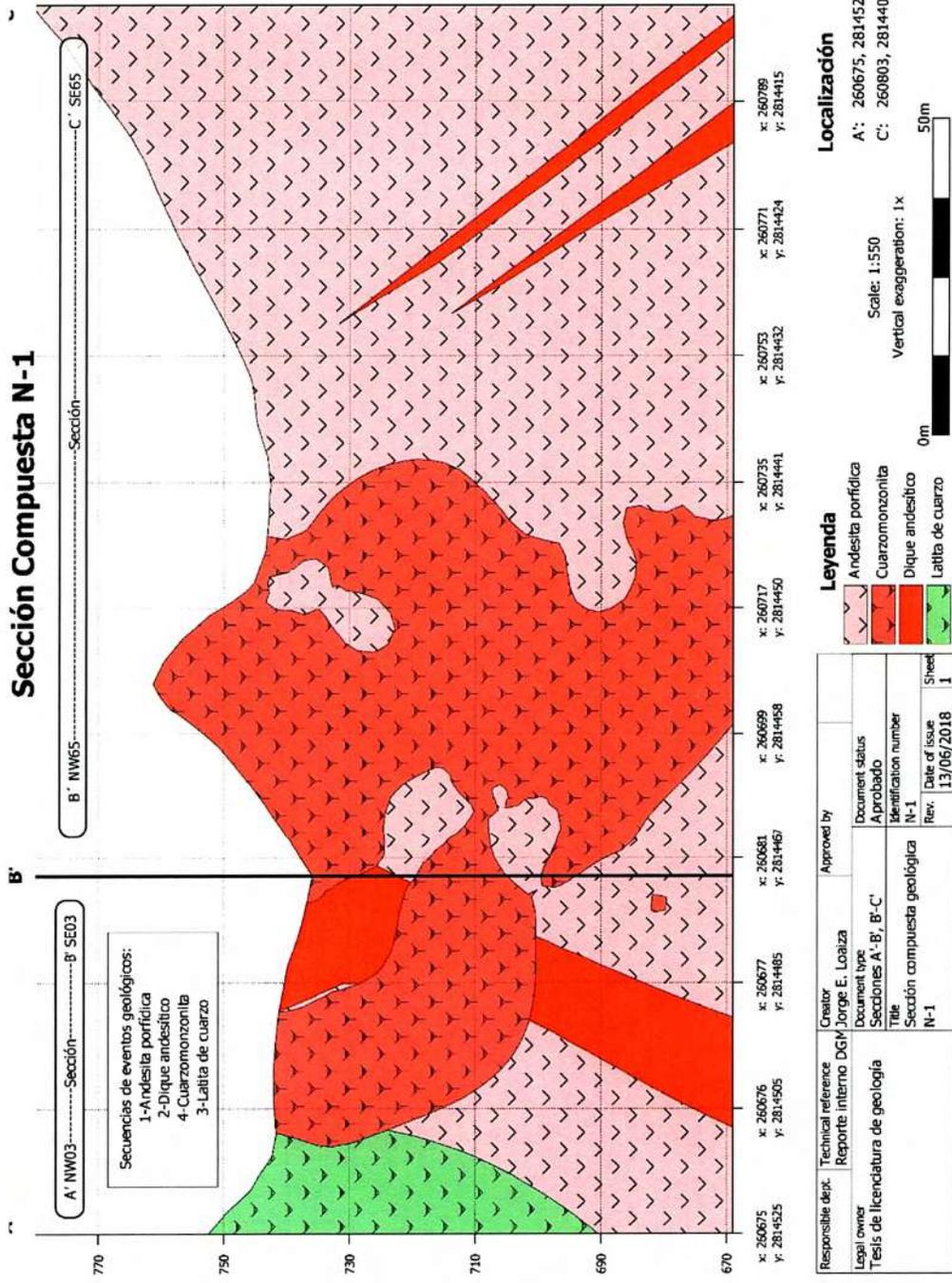


Figura 15. Sección compuesta N-1 geológica del proyecto "Los Chicharrones" de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México

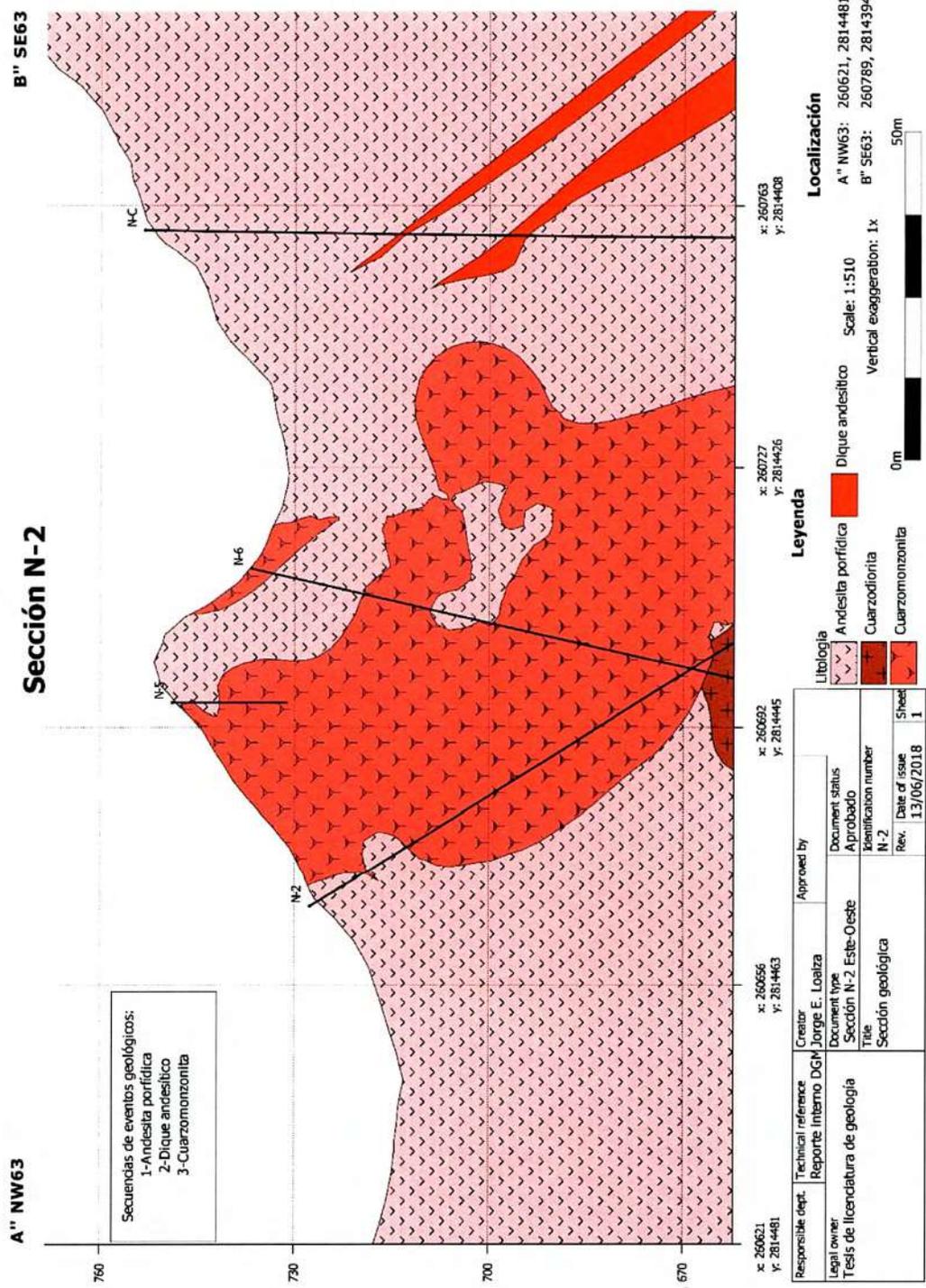


Figura 16. Sección N-2 geológica del proyecto "Los Chicharrones" de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México

### 4.3. Geología estructural del yacimiento

Todo el relieve del área conserva una dirección NW, semejante al de la Sierra Madre Occidental; de igual forma las fallas principales de la sierra, así como los diques caen dentro de ese mismo patrón estructural. Existen fallas secundarias y diques de menor importancia con rumbo preferencial de NE.

Sobre el arroyo de Nocoriba existe una gran falla de rumbo NW que pone en contacto las tobas riolíticas con la serie andesítica; de igual manera en el arroyo de Baimosare existe la falla normal define el margen de un "horst" de varios kilómetros, el bloque que asciende constituido por la serie andesítica y el graben por la toba riolítica.

El fracturamiento es intenso en la zona de stockwork en el centro del yacimiento y disminuye al alejarse del yacimiento. Se pueden observar dos principales familias de fracturas: Una con orientación N89E y la otra con orientación N89W siendo perpendiculares.

## 4.4. Alteración

El Servicio Geológico Mexicano reporta un patrón general de las alteraciones en el yacimiento de molibdeno "Los Chicharrones", el cual está representado por un zonamiento que varía vertical y lateral (Figura.23 ,24, 25, 26). En general la alteración es difusa no fácil de delimitar y seguir, debido a los traslapes de alteraciones, que en general es penetrativa, donde los arreglos mineralógicos de alteraciones tardías remplazan los remanentes de minerales primarios de la roca y a las alteraciones previas, donde las texturas de alteración también son remplazadas y traslapadas.

Las etapas de alteración hidrotermal hipogénica reconocidas son: potásica, filica, argílica, silícica y propilítica. Las alteraciones más tempranas son potásica y argílica. Las dos primeras son coincidentes con la fase intensiva cuarzomonzonítica y su límite se traza donde disminuye el cuarzo abundante, de forma salpicada o de pimienta y la mineralización de molibdenita en vetas gruesas de la zona silícica. La zona potásica se caracteriza por ser la asociación más distribuida por feldespatosericita y cuarzo, y también por la presencia más abundante de los ojos de cuarzo con vetas e hilillos delgados de reemplazamiento metasomático.

La zona argílica, se presenta como una fase límite, relacionada la andesita porfídica y su alteración tardía se define aún más por la presencia de albita sustituyendo al feldespato potásico

La zona propilitica se manifiesta traslapándose tanto en superficie como a profundidad, en este caso, donde el fracturamiento es más evidente habiéndose emplazado en vetas gruesas compuestas por minerales carbonatados, clorita, arcilla, cuarzo, pirita, galena, esfalerita y minerales de antimonio (estibinita, estibiconita y bertierita).

#### 4.4.1 Descripción y distribución de las zonas de alteración

Alteración potásica se encuentra afectando a la roca cuarzomonzonita que contiene la mineralización, en el campo esta zona se observa de un color gris verdoso a café amarillento o rojizo rodeando a la zona central silícica.

Hacia la parte más al norte del cordón mineralizado la roca cuarzomonzonítica se observa más fresca que con respecto a la parte sur y predominan las vetillas e hilillos delgados conteniendo molibdenita erráticamente diseminada. Se caracteriza por el contenido de minerales de biotita, feldespato potásico (ortoclasa), cuarzo, pirita, hornblenda y apatita.

Alteración filica representada por cuarzo, sericita y abundante pirita que afecta principalmente a la brecha Chicharrones y a la latita porfídica y un ligero traslape dentro de la cuarzomonzonita. La alteración filica traslapándose con la alteración potásica es más característica hacia la parte N-NW y S-SE (Figura.9) de la zona Silícica.

Alteración Argílica se encuentra afectando a las rocas encajonate andesita porfídica y a los diques andesíticos. siendo más intensa en los contactos y de carácter selectivo a profundidad (Figura.23, 24, 25, 26) en donde también aparece de grano fino en los bordes de la cuarzomonzonita.

Alteración silícica representa la etapa hidrotermal más importante desde el punto de vista económico. Esta alteración en el sentido más amplio, se encuentra afectando a todos los tipos de roca, siendo más característica en la parte central del cuerpo intrusivo cuarzomonzonítico siendo primero y segundo evento hidrotermal con la mineralización importante y su configuración geométrica coincide con la mineralización de molibdeno (Figura. 23 ,24, 25 y 26).

Petrográficamente, es posible diferenciar varios eventos de alteración silícica:

- 1- La primera se reconoce por la presencia de vetillas e hilillos compuestos de cuarzo-feldespató-albita, de forma recta y de un grosor no mayor de 5 mm (Figura. 18). Estas vetas e hilillos se consideran por su composición, textura hipidiomórfica y asociación con los ojos de cuarzo pertenecientes a la etapa de transición magmática tardía-hidrotermal temprana.
- 2- La segunda subetapa de alteración silícica hidrotermal temprana forma prácticamente, la zona silícica a la que se hace referencia en esta parte. Se reconoce por un reemplazamiento selectivo en la roca cuarzomonzonítica, caracterizada por un desarrollo intenso en vetas multi-direccionales que altera en gran parte la textura original de la roca. En superficie estas vetas

se observan de grosor, tamaño y formas muy variables, sobresalen principalmente:

1) Vetas de cuarzo-feldespato-molibdeno  $\pm$  pirita de paredes paralelas, separadas por un halo feldespático-sericiítico muy delgado.

2) Vetas azules de cuarzo-molibdeno-feldespato-apatito identificadas como "dendríticas" o de forma de chicharrón (Figura. 18, 21, 22).

3- La tercer y última etapa, está determinada por una fuerte alteración en vetas de relleno, diseminada y dispersa sin molibdeno, asociadas principalmente, a las rocas más jóvenes. En estas vetas, es posible distinguir localmente molibdenita de grano fino y forma prismática, considerada como producto de remobilización.

La alteración propilítica se observa en afloramientos irregulares hacia la parte NW del depósito y afecta principalmente a la andesita porfídica y diques andesíticos.

Las muestras colectadas en superficie y estudiadas al microscopio, muestran una asociación característica de: clorita-epidota-sericita-calcita-caolinita (?).

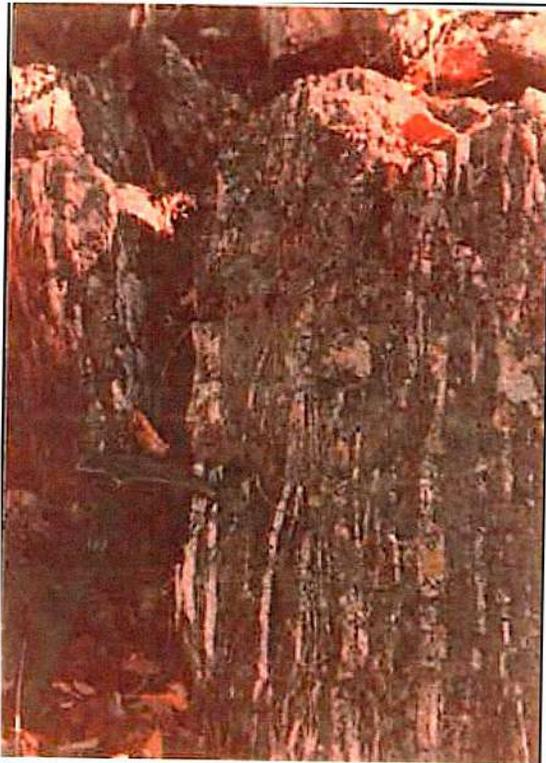


Figura 18. Vetillas de cuarzo dentro de la cuarzomonzonita perfectamente alineadas, hacia el extremo norte del cuerpo mineralizado.

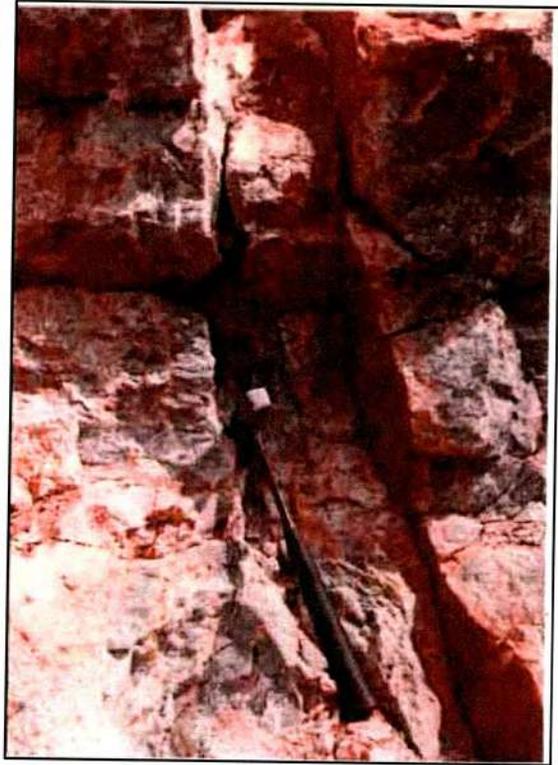


Figura 17.-Veta de cuarzo con abundante molibdenita (color gris azulado), rodeadas de un halo sericitico.



Figura 19.-Veta de cuarzo masivo con molibdenita diseminada desplazando a las vetillas dendríticas, que se encuentran en la parte central del stockwork



Figura 20.-Zona mineralizada con molibdenita, se aprecia vetillas de cuarzo estériles que cortan la zona mineralizada.



Figura 21.-Veta mineralizada con detritos grueso de cuarzo con molibdenita.

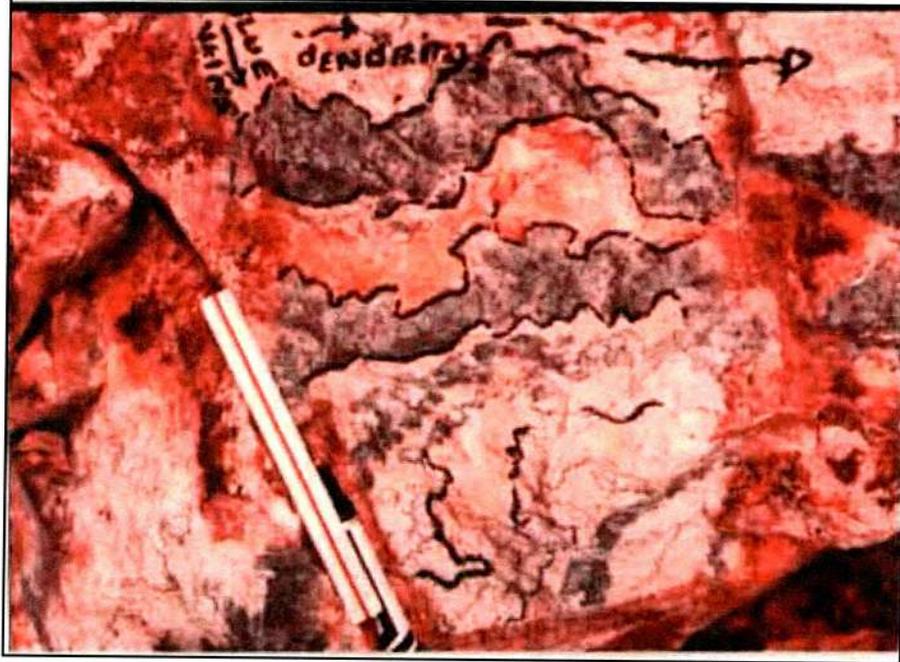


Figura 22-Veta dendriticas de color gris azuloso e hilos driticos con mineralización de molibdeno. Rodeadas de franjas feldespato- sericiticas, fueron tomadas en la parte central del intrusivo cuarzomonzonitico y corresponde a la zona de alteración silícica.

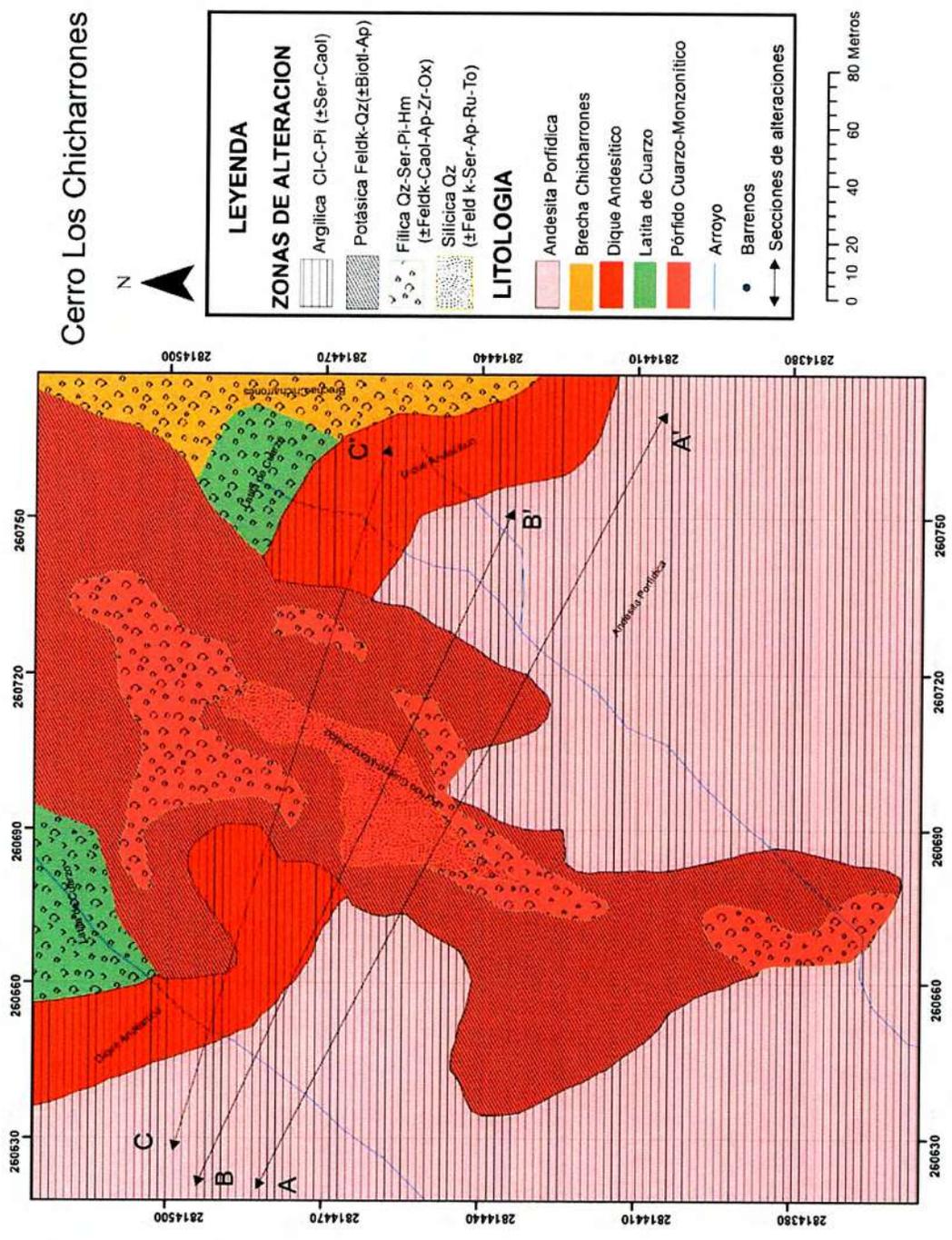


Figura 23. Mapa de alteraciones del proyecto "Los Chicharrones" de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México

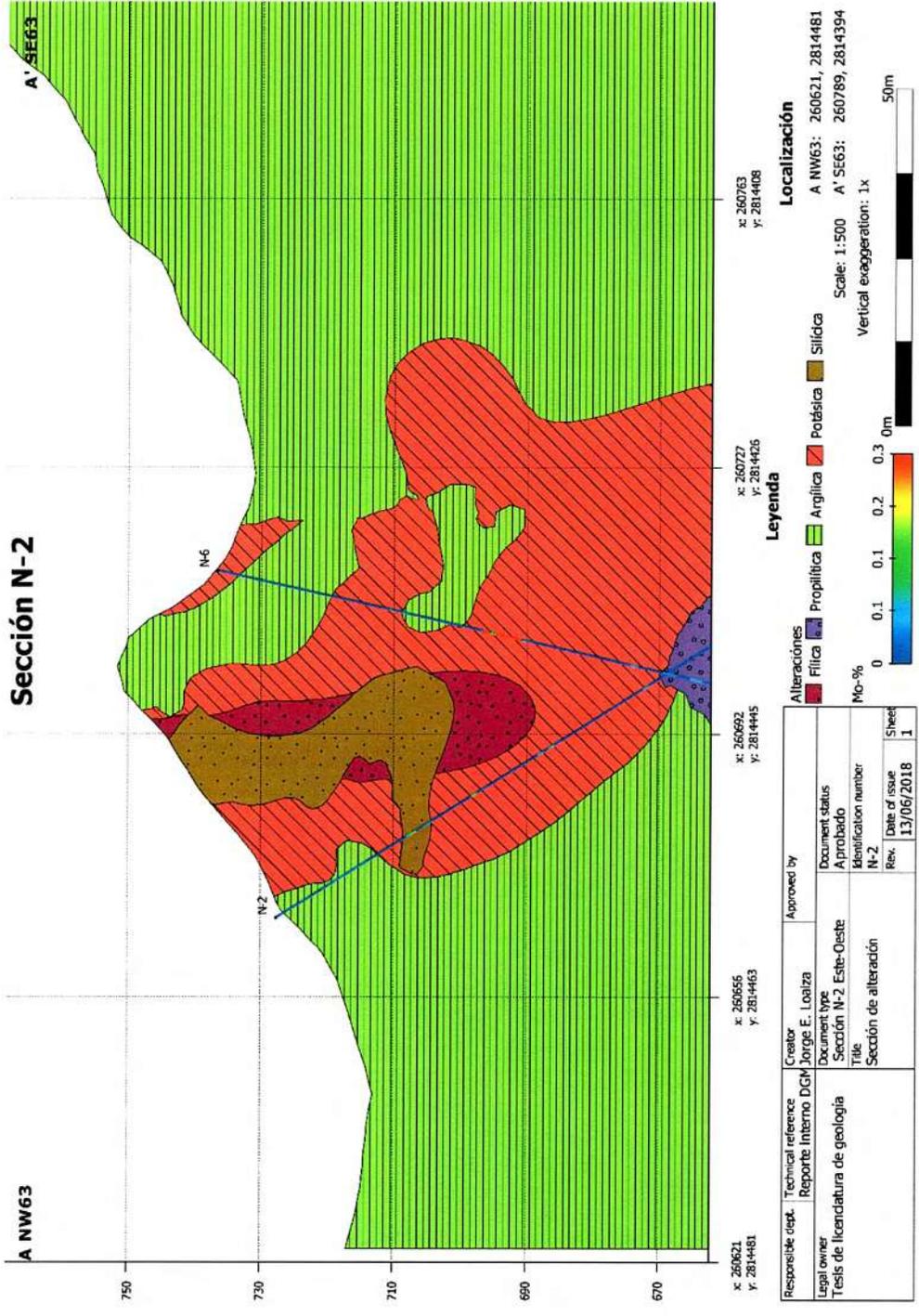


Figura 24. Sección N-2 de alteración del proyecto "Los Chicharrones" de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México



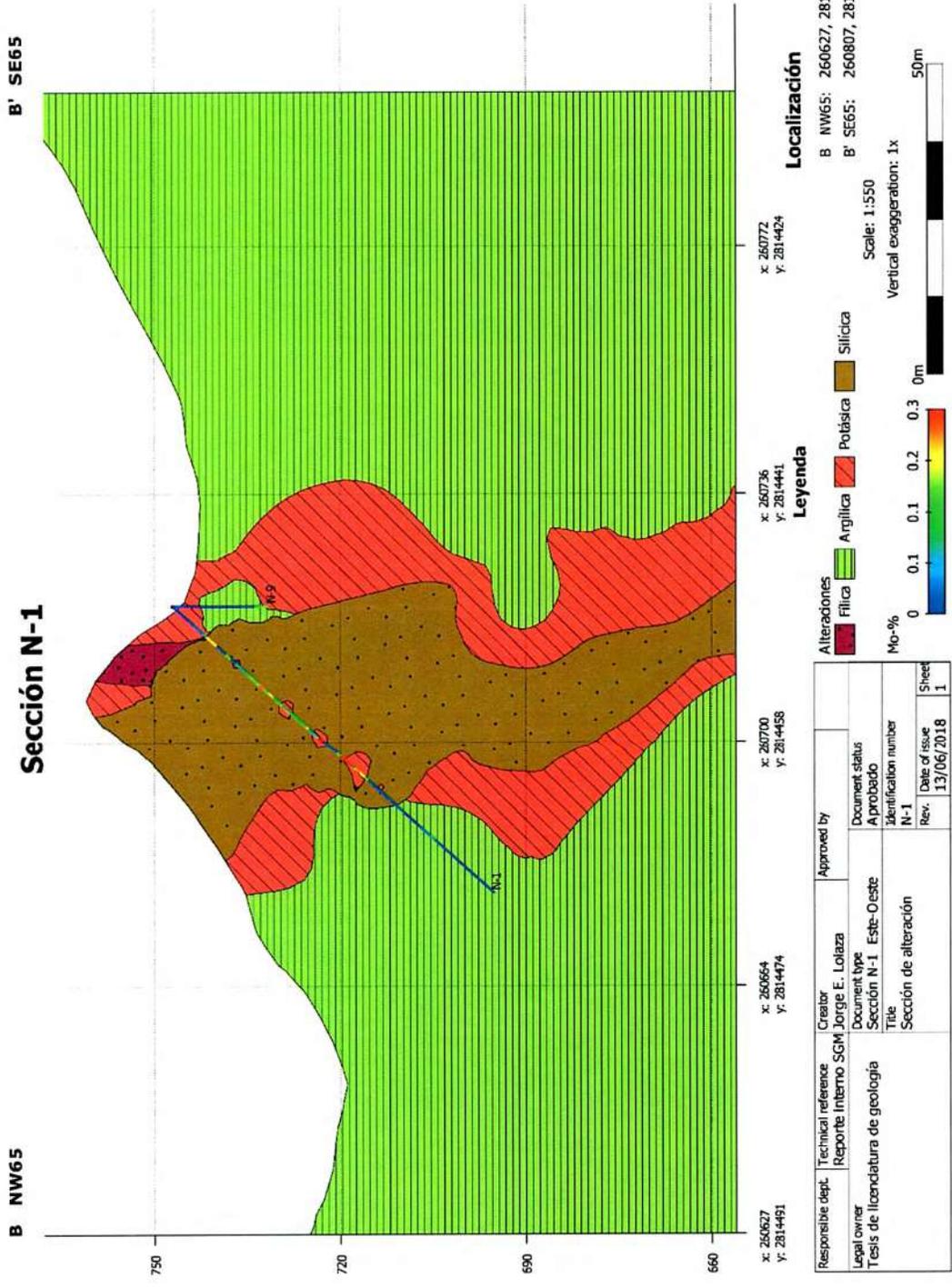


Figura 26. Sección N-1 de alteración del proyecto "Los Chicharrones" de Nacoriba, Badiraguato, Sinaloa, México

#### 4.4. Mineralización

El yacimiento es un stockwork de molibdeno, comprendido dentro del tipo pórfido, caracterizados por contener exclusivamente molibdenita como mineral de mena y menor proporción en tungsteno, estaño y renio. Los depósitos de molibdeno no dan lugar a un enriquecimiento surpergenético, como es común en los pórfidos cupríferos (Valencia-Moreno, et.al, 2006).

La mineralización en el depósito de "Los Chicharrones", es de origen hidrotermal, de tipo hipotermal, con temperaturas del orden de 300-500°C, caracterizada esencialmente por molibdenita, pirita y ferrimolibdenita y en menor proporción se tienen minerales de tipo mesotermal rellenando fracturas (temperaturas de 200 a 500°C) con presencia de esfalerita, wolframita, pirrotita, galena, calcopirita y minerales de antimonio (estibinita, estibiconita y bertierita). Todos los sulfuros identificados en área de estudio son hipogénicos y la mayoría se presentan en vetas.

El stockwork está caracterizado por abundantes vetillas y vetas de cuarzo, en un arreglo enrejado conteniendo la mineralización de molibdeno, emplazadas dentro del intrusivo cuarzomonzonítico diferenciando en 4 tipos de vetillas:

- 1) Vetillas de cuarzo microcristalino con espesores de 1 a 20 mm. con molibdenita de grano fino distribuida en forma dispersa estas vetillas (Figura. 18) se forman dentro de la etapa de transición magmática tardía y la hidrotermal temprana.
  
- 2) Vetas azules de cuarzo con molibdenita, en espesores que varían de un centímetro hasta un metro, de color azul a gris, con alteración potásica – sericitica (Figura.17). El origen de estas vetas como las de tipo B, de acuerdo su asociación mineralógica, puede considerarse como de reemplazamiento.
  
- 3) Vetas compuestas de cuarzo con tamaños variables, mayores de un metro; contienen también a las vetas azules tectonizadas se restringen a la zona central del intrusivo, se componen de cuarzo brechado y molibdenita de grano grueso (Figura. 19, 21 y 22). Los valores más altos de molibdeno se presentan en estas vetas.
  
- 4) Vetas de relleno de fracturas dentro de la etapa hidrotermal tardía, donde llega a observarse en menor proporción molibdenita en fracturas en asociación de pirita, esfalerita, wolframita, galena y minerales de antimonio (estibinita, estibiconita y bertierita).

La relación de corte de las vetas que forma el stockwork siendo 3 etapas hidrotermales en la que se formó la mineralización de molibdeno: La etapa más importante de la relación a la actividad hidrotermal más temprana, formándose en este caso las vetas azules y vetas compuesta con valores altos de molibdeno y las cuales forman al stockwork de molibdeno (figura. 27).

La primera etapa se considera transicional, es decir correspondería a la etapa magmática tardía hidrotermal temprana donde se formaron las vetillas e hilillos que se presentan principalmente en la zona feldespática potásica y en donde la molibdenita aparece asociada e incluida en cuarzo-feldespatos potásicos de grano fino.

La etapa tardía corresponde a las vetas de relleno de fracturas que en el yacimiento se presentan principalmente en los contactos de los intrusivos con las rocas de caja y en donde la molibdenita de mínima presencia y en cambio, los sulfuros de pirita, esfalerita y minerales de antimonio (estibinita, estibiconita y bertierita) son los más abundantes.

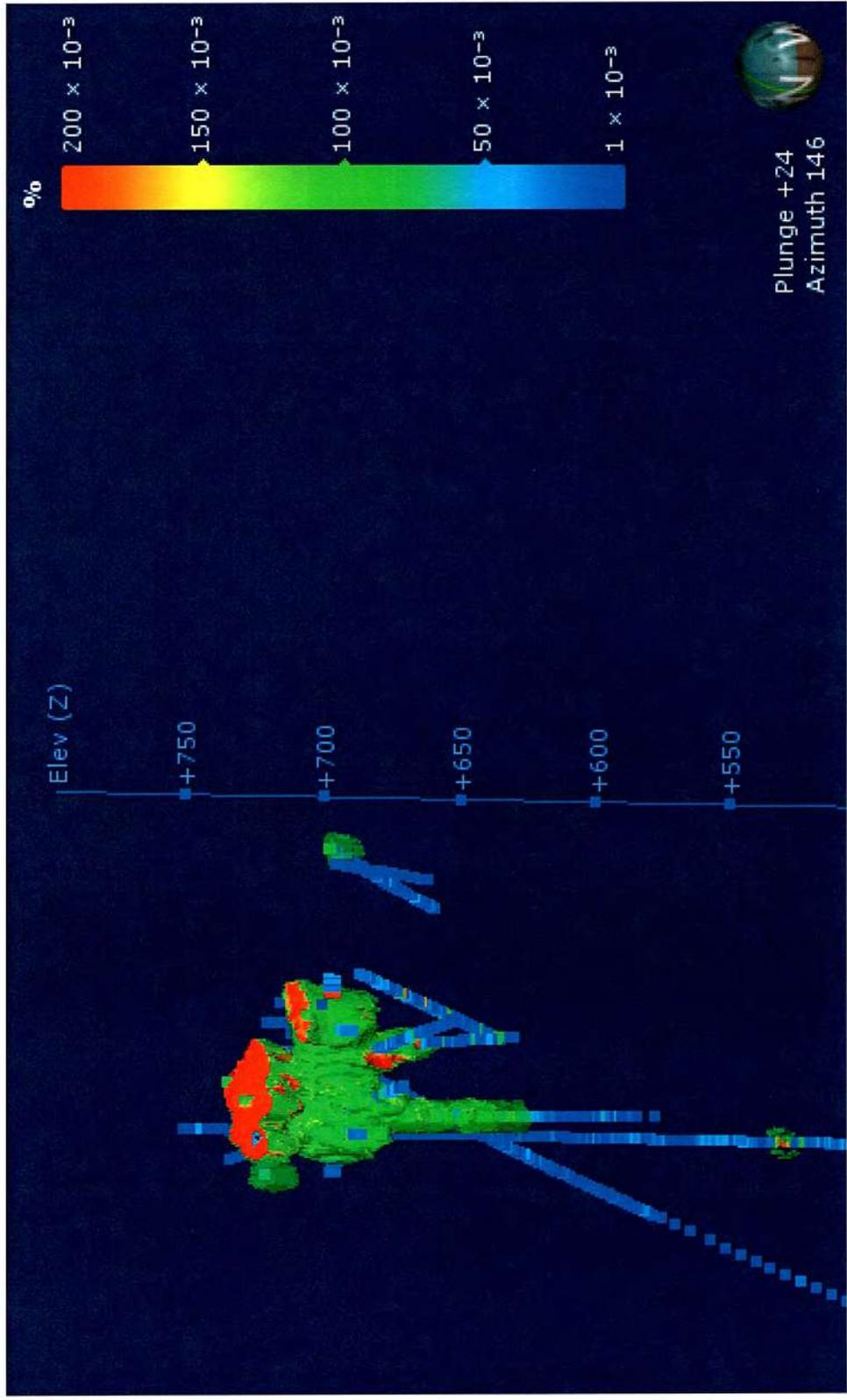


Figura 27. Modelo de isopleques del stock de molibdeno del proyecto "Los Chicharrones" en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

## CAPITULO V

### Modelación

#### 5.1 Desarrollos

Este estudio comienza con la revisión de la información de la exploración del Servicio Geológico Mexicano este depósito se inició en el año de 1978 y continuo hasta septiembre de 1981.

Apoyados en la Geología de superficie existente en el proyecto e información de logueo, geoquímica y geofísica realizados entre los años 1978 a 1981. Se realizaron los siguientes modelos 3d:

1. Modelo litológico
2. Modelo geoquímico
3. Modelo geofísico
4. Modelo de bloques
5. Modelo alteraciones

## 5.2. Modelo litológico

Desplegando el modelo litológico, (Figura.28) del área de estudio en sólidos del modelo en el software de modelación Leapfrog Geo.

Las secuencias de eventos geológico fue las siguientes:

- 1- Andesita porfídica (roca encajonante)
- 2- Dique andesítico (Figura.29)
- 3- Cuarzodiorita-Granodiorita (Figura.30, 31)
- 4- Cuarzomonzonita. (Figura.32)
- 5- Latita de cuarzo (Fig.33)
- 6- Brecha chicharrones (Fig.34)



Figura 28. Modelo litológico en 3D del proyecto "Los chicharrones" en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

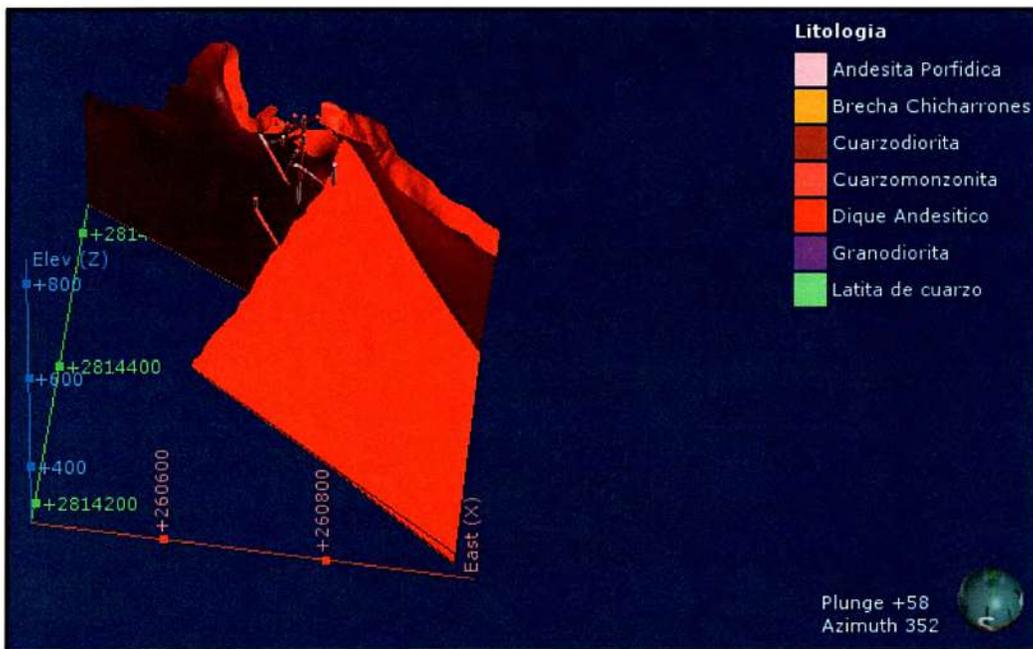


Figura 29. Modelo 3D sólido litológico dique andesítico en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

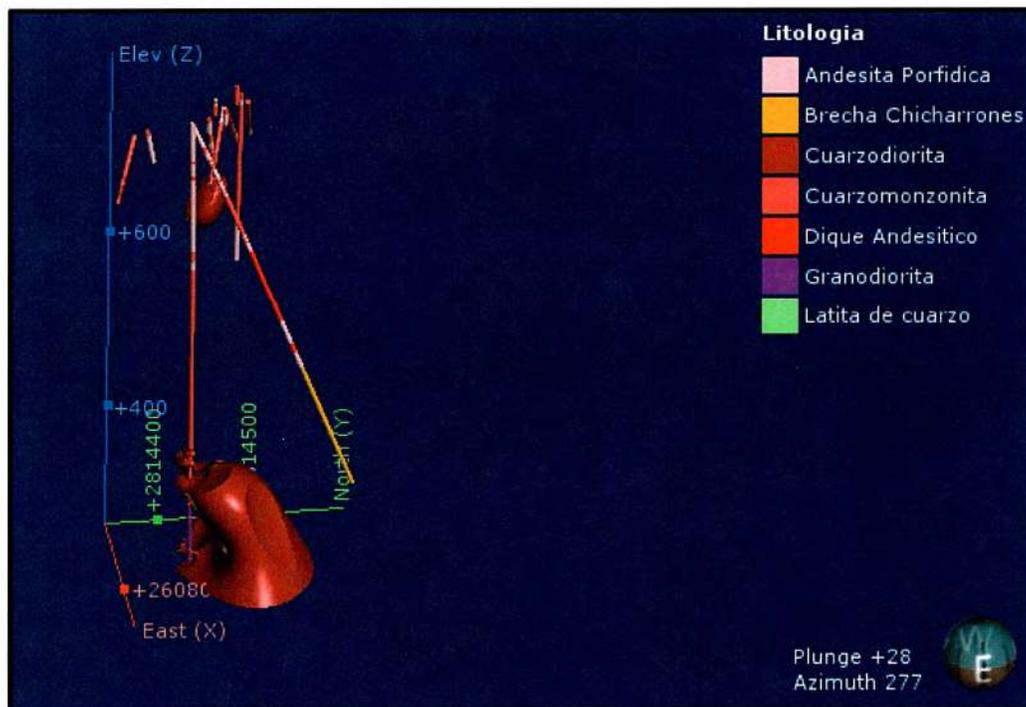


Figura 30. Modelo 3D sólido litológico Cuarzodiorita en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

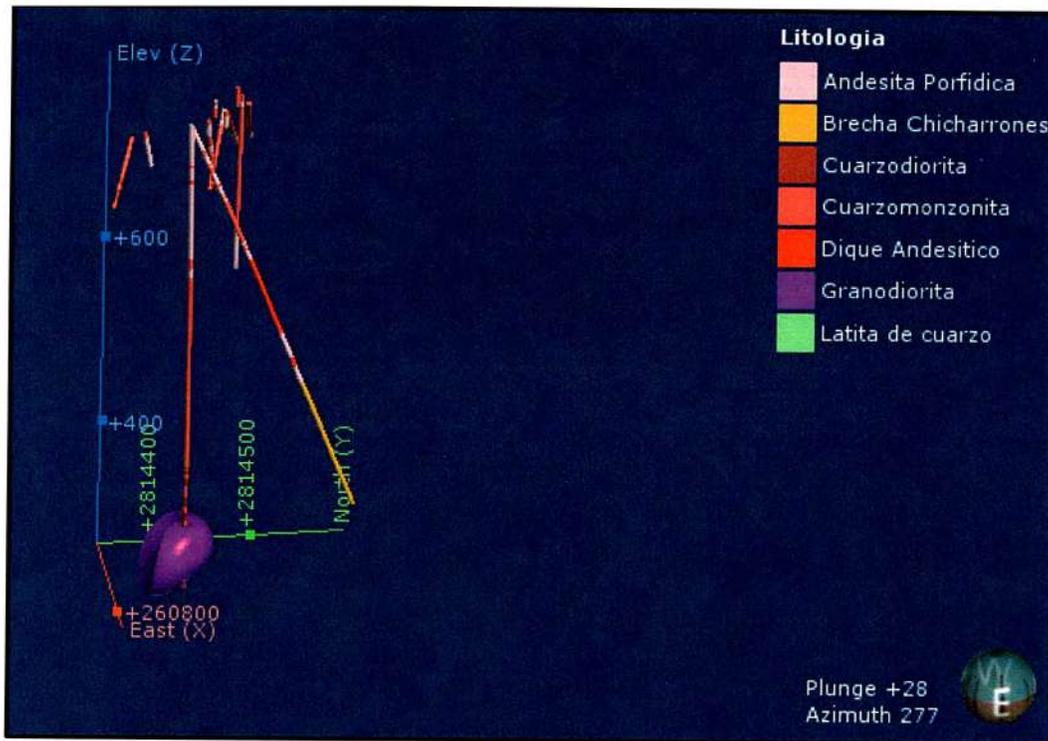


Figura 31. Modelo 3D sólido litológico granodiorita en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

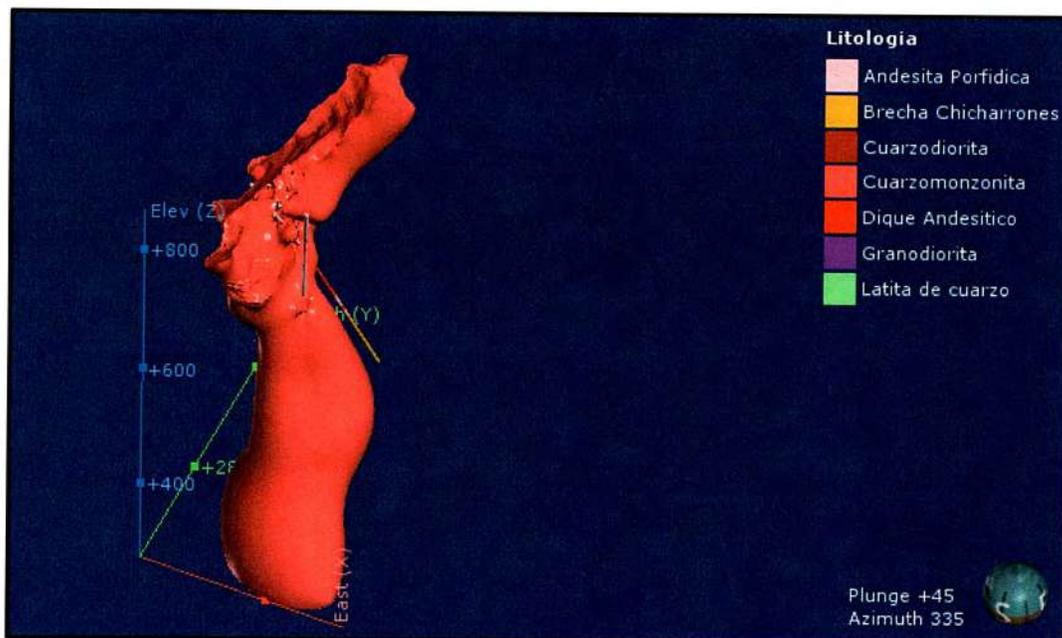


Figura 32. Modelo 3D sólido litológico cuarzomonzonita en el espacio de trabajo Leapfrog Geo

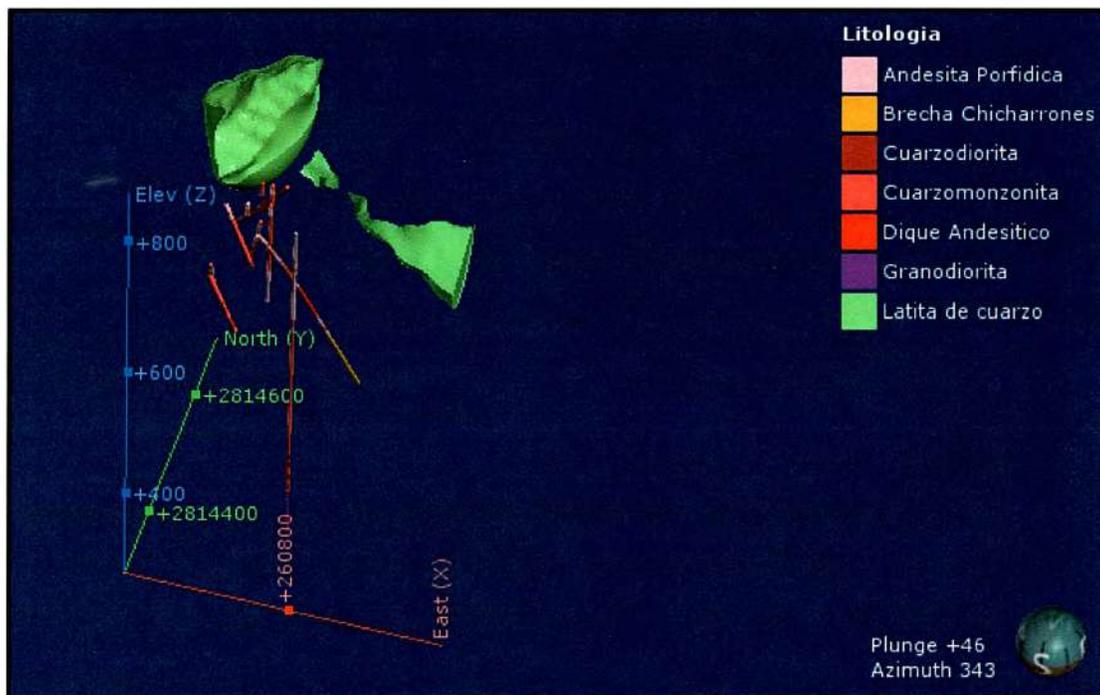


Figura 33. Modelo 3D sólido litológico latita de cuarzo en el espacio de trabajo Leapfrog Geo

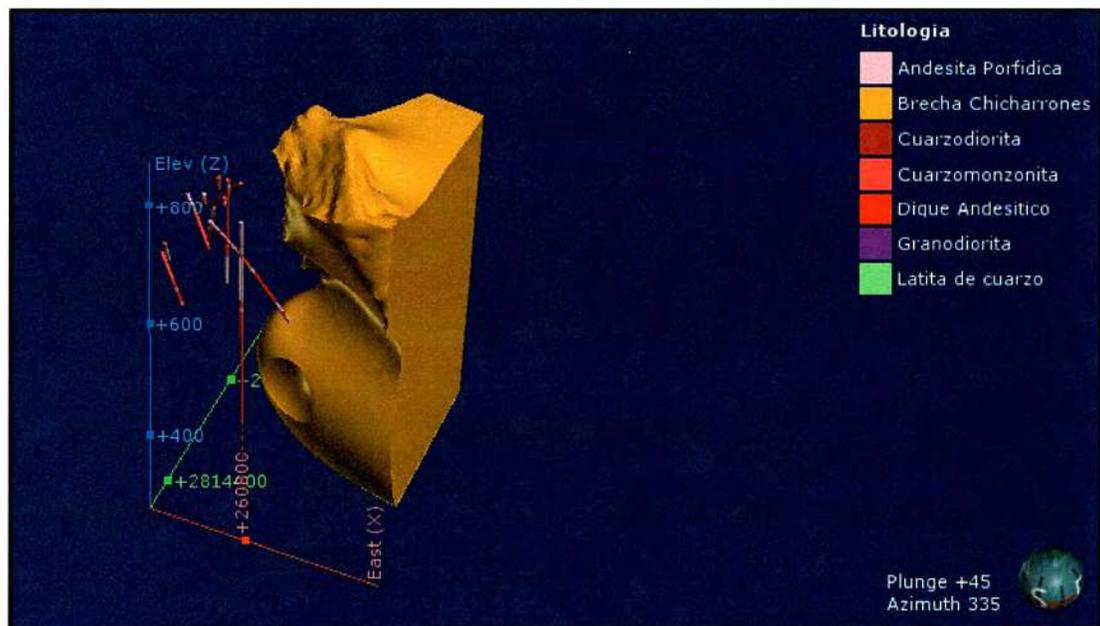


Figura 34. Modelo 3D sólido litológico de brecha Chicharrones en el espacio de trabajo Leapfrog Geo

### 5.3. Modelo geofísico

La finalidad de este estudio es detectar cuerpo mineralizado de molibdeno dentro del cuerpo cuazomozonita.

Polarización Inducida (P.I) y Resistividad

Con el dispositivo trielectrónico se levantaron 14 líneas (separada 40m entre sí) de 0.8 km c/u haciendo un total de 11.2 km lineales (Figura. 35, 36). Se utilizaron tres separaciones entre electrodos a=50, 100 y 200m.

Equipo empleado:

1. Trasmisor IPC-7 (25 KVA)
2. Receptor IPR-8

Resistividad

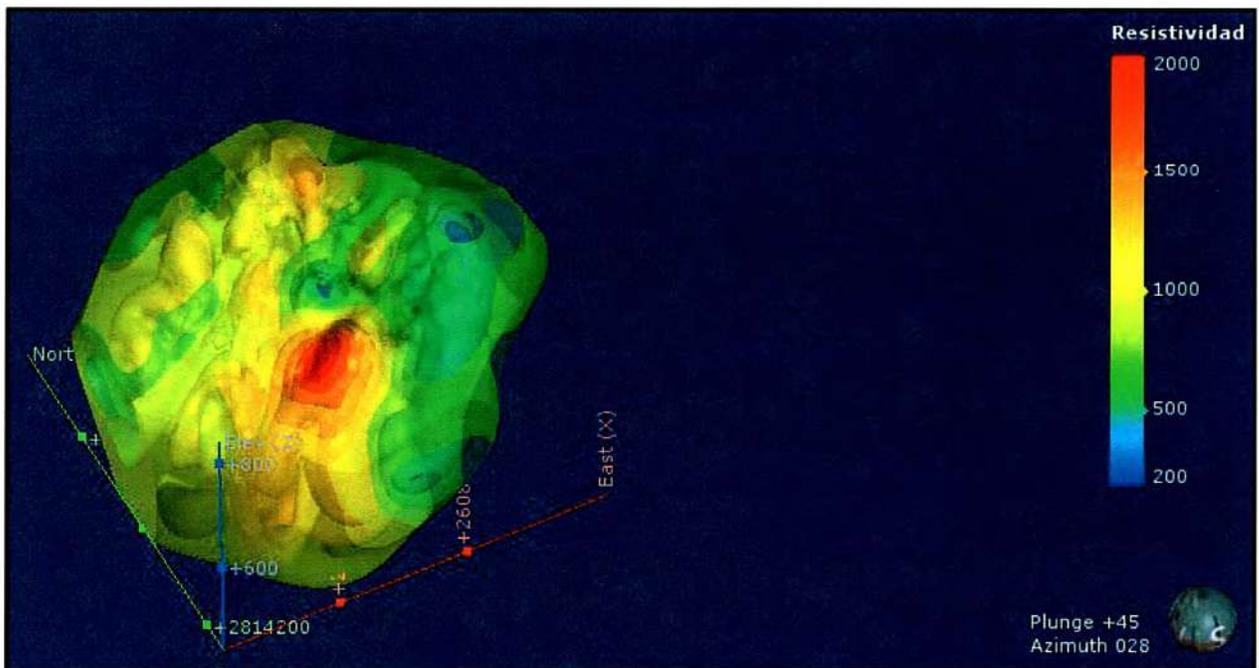


Figura 35. Modelo 3D de interpolación Geofísico de resistividad en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

## Cargabilidad

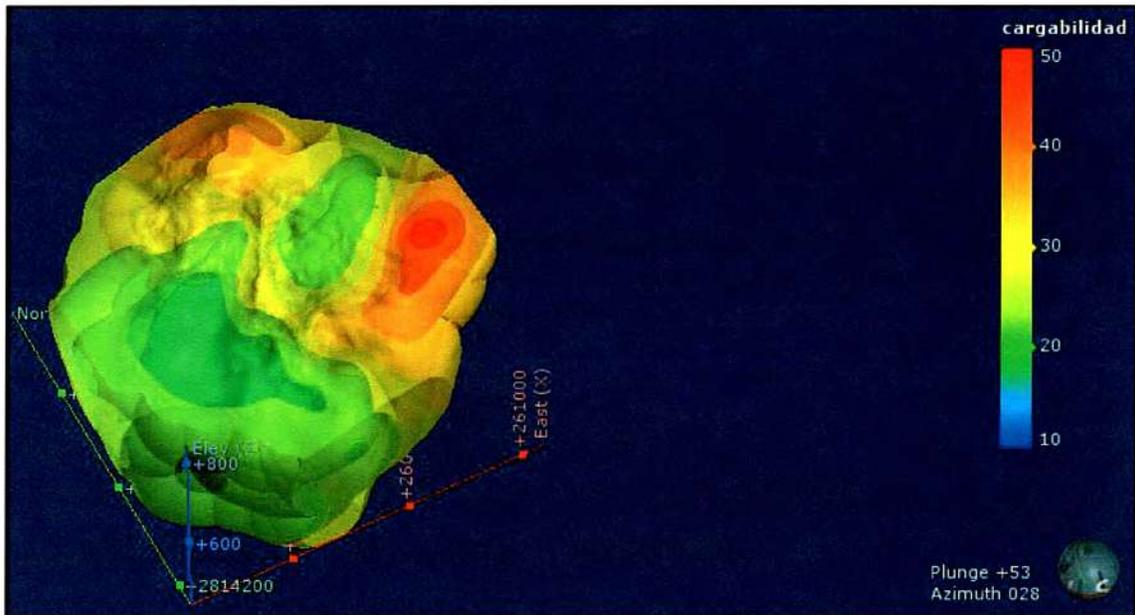


Figura 36. Modelo 3D de interpolación Geofísico de Cargabilidad en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

### Resultado

La anomalía "A" se correlación con la mineralización conocida en la cuarzomonzonita y su vez se correlaciona con un bajo de resistividad (Figura. 35).

La anomalía "B" son correlacionables con los contactos entre la andesita y latita, las cuales tienen un alto contenido de pirita diseminada y se correlacionan con los valores de resistividad que varían de altos a medios (Figura. 35).

La baja cargabilidad se correlaciona con la brecha chicharrones, así como un alto de resistividad (Figura. 36).

## 5.4. Modelo geoquímico

En el área que comprende el cerro de “Los Chicharrones” fue realizado un muestreo geoquímico de esquilas de roca, apoyado en una retícula que cubrió una superficie aproximadamente de 0.25 kilómetros cuadrados donde cada 20 metros se tomaron muestras (Figura. 37, 38, 39 y 40).

El área estudio compre un grupo de rocas; el stock de cuarzomozonita, la brecha chicharrones, algunos cuerpos de latita cercanos al yacimiento, y penetra un poco ala andesita porfídica que se considera como la roca encajónate.

El número de muestra levantas fue de 284 muestras las que fueron analizadas por molibdeno, cobre, zinc y plomo, por medio del espectrofotómetro de absorción atómica.

# Molibdono

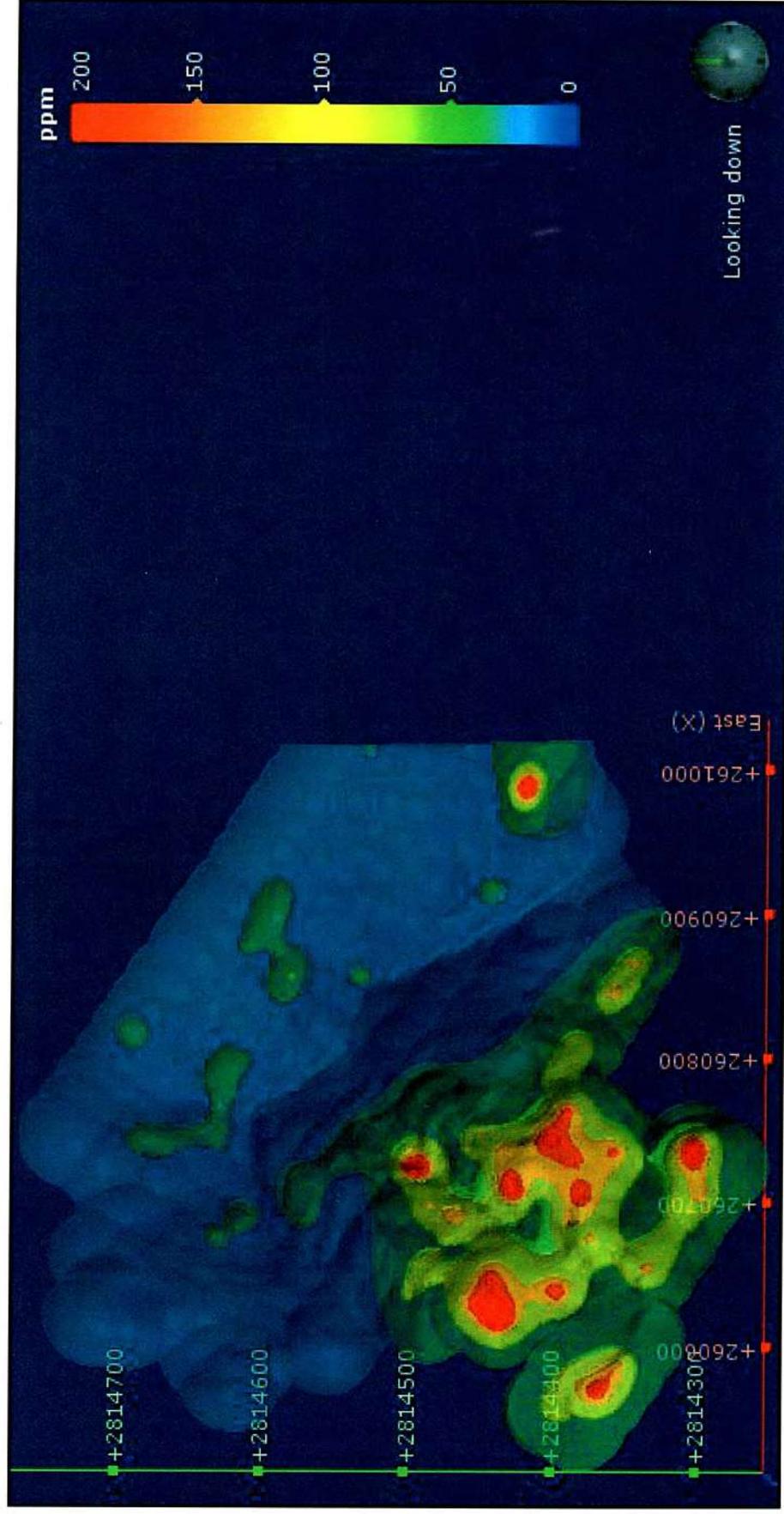


Figura 37. Modelo 3D de interpolación geoquímica de molibdeno ppm en el espacio de trabajo Leapfrog Geo

# Cobre

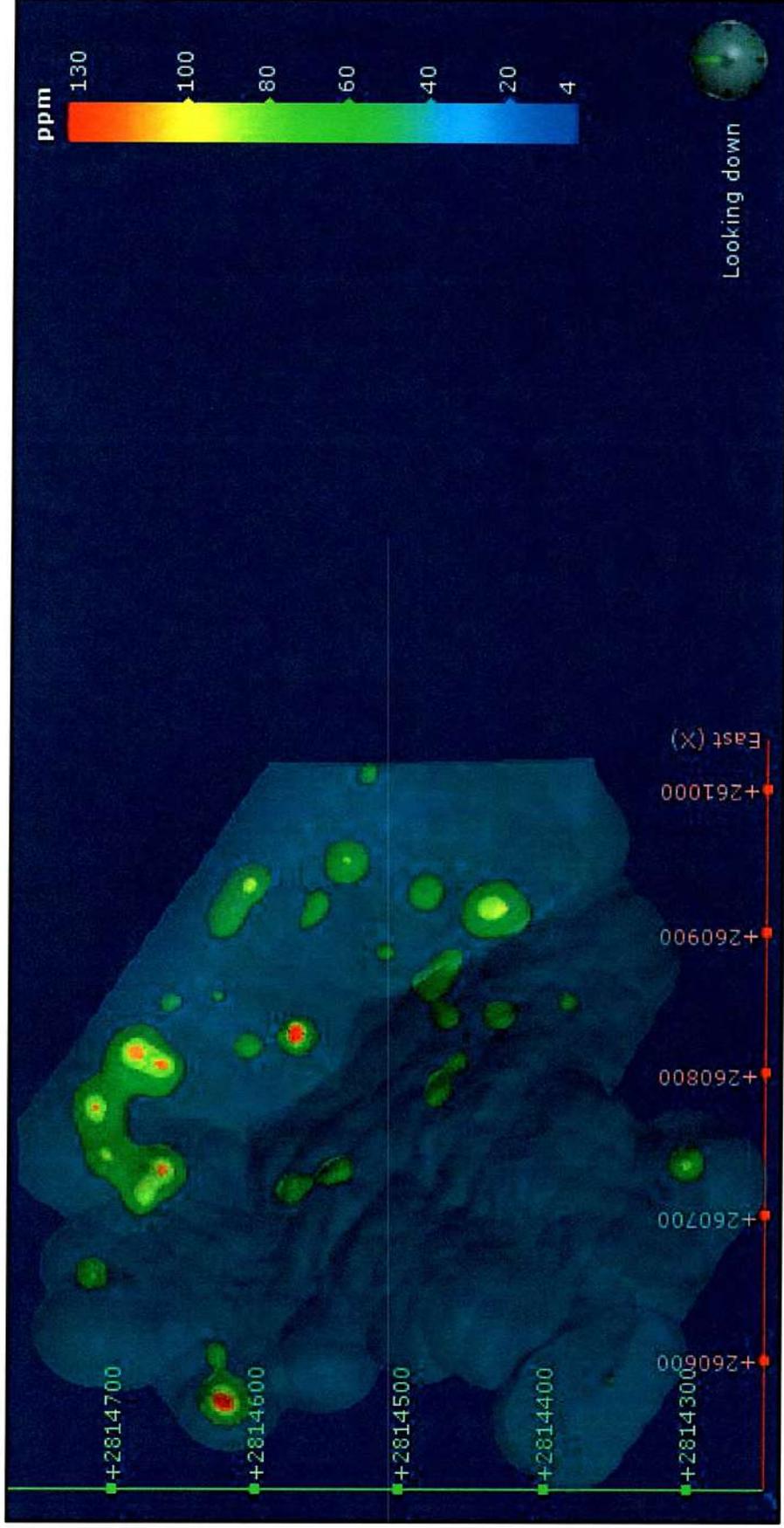


Figura 38. Modelo 3D de interpolación geoquímica de cobre ppm en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

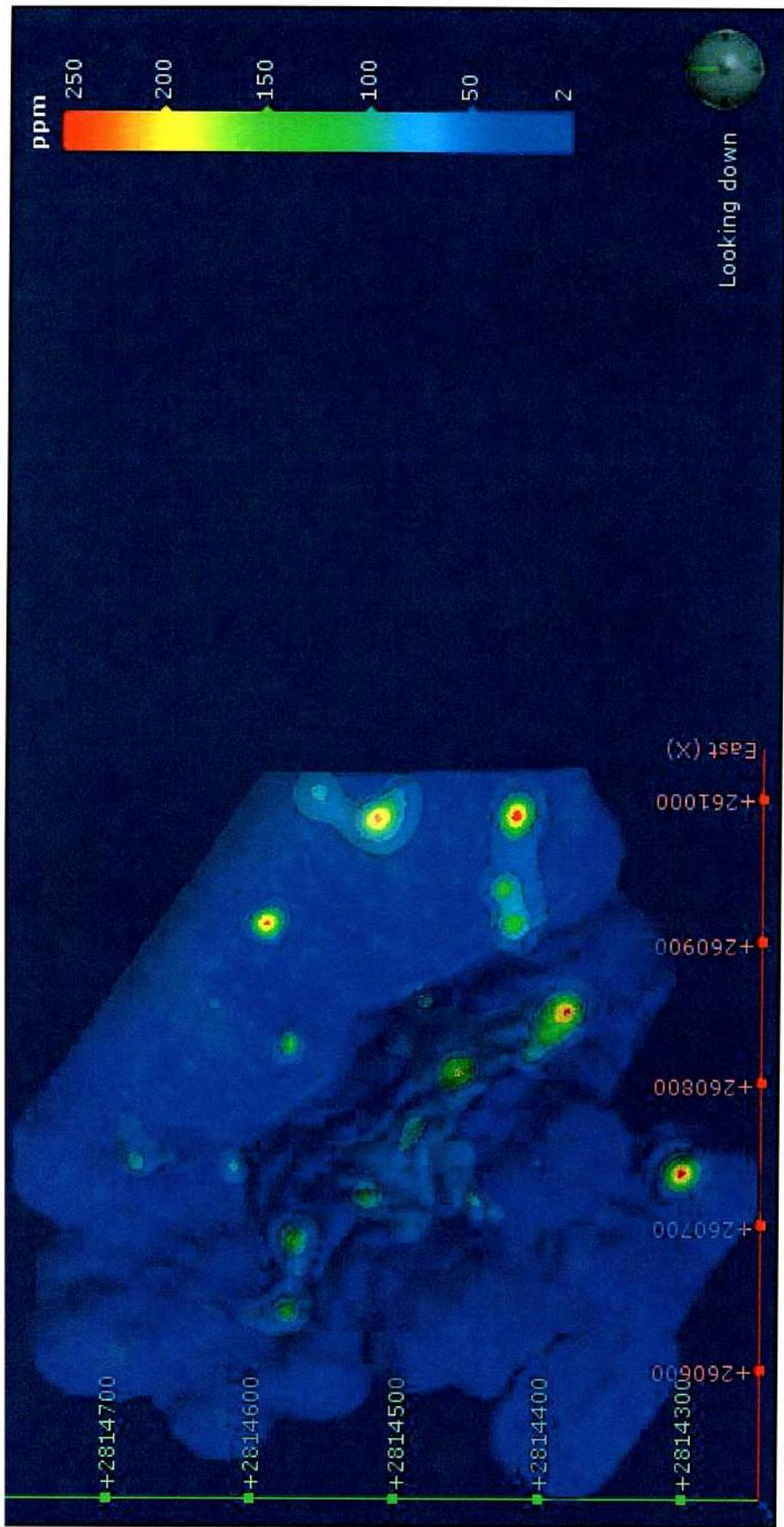


Figura 39. Modelo 3D de interpolación geoquímica de plomo ppm en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

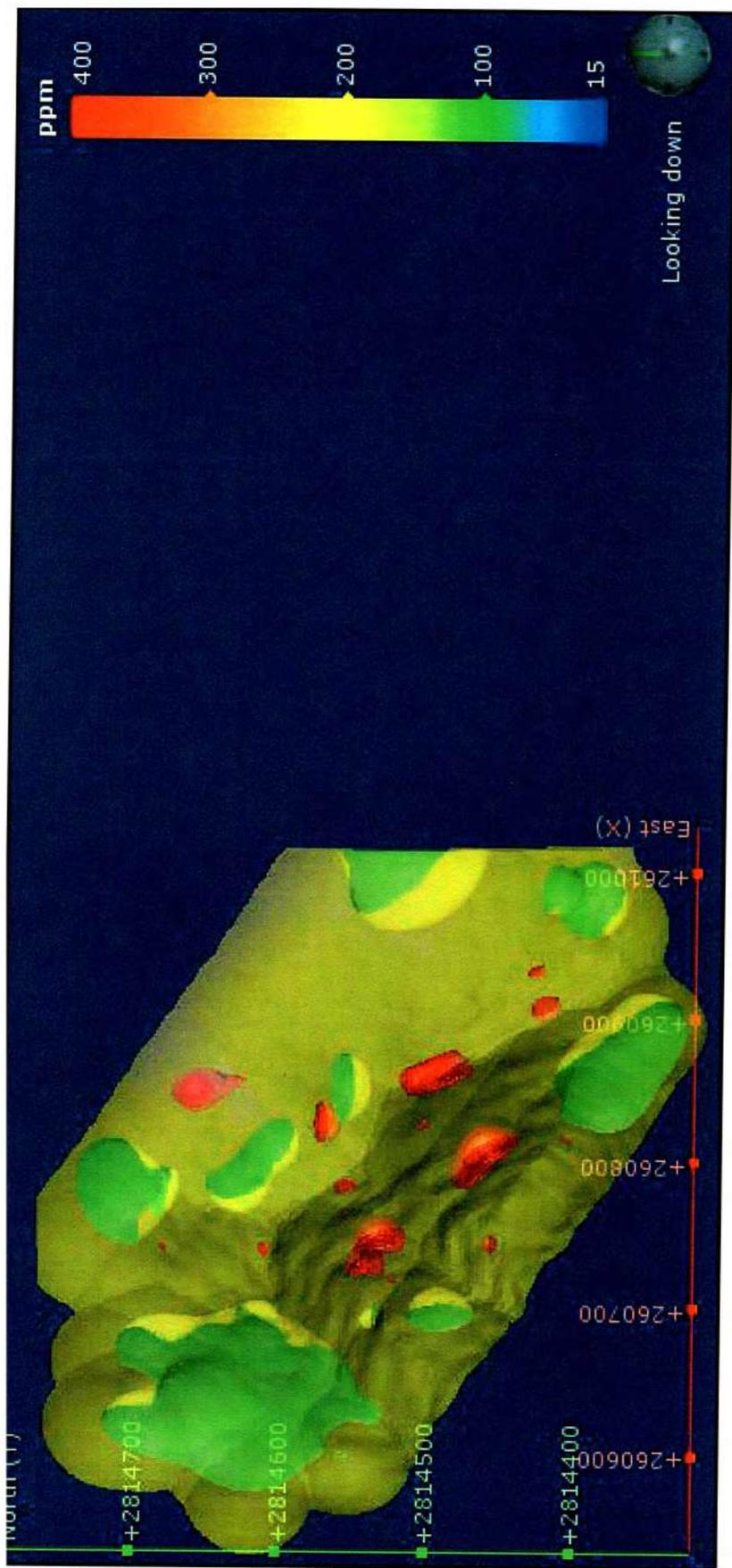


Figura 40. Modelo 3D de interpolación geoquímica de zinc ppm en el espacio de trabajo Leapfrog Geo.

## Resultados de interpretación geoquímica

Molibdeno. - En el modelo 3D queda bien definida la anomalía de molibdeno, la más importante del área de estudio, así como alteración silícica está asociada a la anomalía de molibdeno (Fig. 23).

Hacia el SW del cuerpo mineralizado, se tiene una franja de valores anómalo paralela al arroyo, que no debe dársele importancia porque obedece a contaminación de las muestras por efecto del arrastre de fragmentos mineralizado sobre el arroyo.

Los parámetros se definieron en con un rango de 19 a 16 ppm para la zona de preanomalía, de 69 a 131 ppm para la anomalía baja y mayor de 132 ppm para la anomalía alta.

Cobre. – No se encontraron ninguna anomalía con la geoquímica realizada. Se trata de un yacimiento de tipo stockwork de molibdeno, que no viene acompañado de cobre, como es común en los pórfidos de cobre.

Zinc. - En la interpretación de este elemento y su relación con la litología del área del yacimiento, se manifiesta una marcada tendencia anómala dentro del stock de cuarzomonzonita y sobre el cuerpo de brecha, podría estar relacionado a la presencia de minerales de zinc en hilillos y vetillas que logaron observarse esporádicamente, debido a la alta movilidad de este elemento.

Plomo. - los valores anómalos de este elemento, se localizaron en la litología latita de cuarzo, caracterizadas por tener mayor contenido de plomo por lo que no se consideraron anomalía de interés.

## 5.5 Modelo de bloques

Se realizó modelo de bloque del proyecto “Los Chicharrones” (Figura. 42) con el objetivo de tener una mejor visualización y control de la mineralización que se encuentra distribuida de forma desminada del stock de cuarzomonzonita.

Se realizaron algunos parámetros para el modelo de bloque (Figura. 41).

 <b>Block Model</b>	
<b>X index</b>	65
<b>Y index</b>	55
<b>Z index</b>	32
<b>Centroid</b>	260711.3960, 2814486.9910, 761.1530
<b>Chicharrones</b>	Cuarzomonzonita
<b>clasificacion</b>	measured
<b>clasificacion M ore</b>	
<b>IDW 2: % in Chicharrones:</b>	
<b>Cuarzomonzonita</b>	0.529144
<b>Modelo Alteración</b>	Silicificación
<b>molibdeno kg</b>	1653.57
<b>Tonelaje</b>	312.5
 <a href="#">Add Comments</a>	

Figura 41. Parámetros del modelo de bloques

## Modelo de bloques del proyecto "Los Chicharrones"

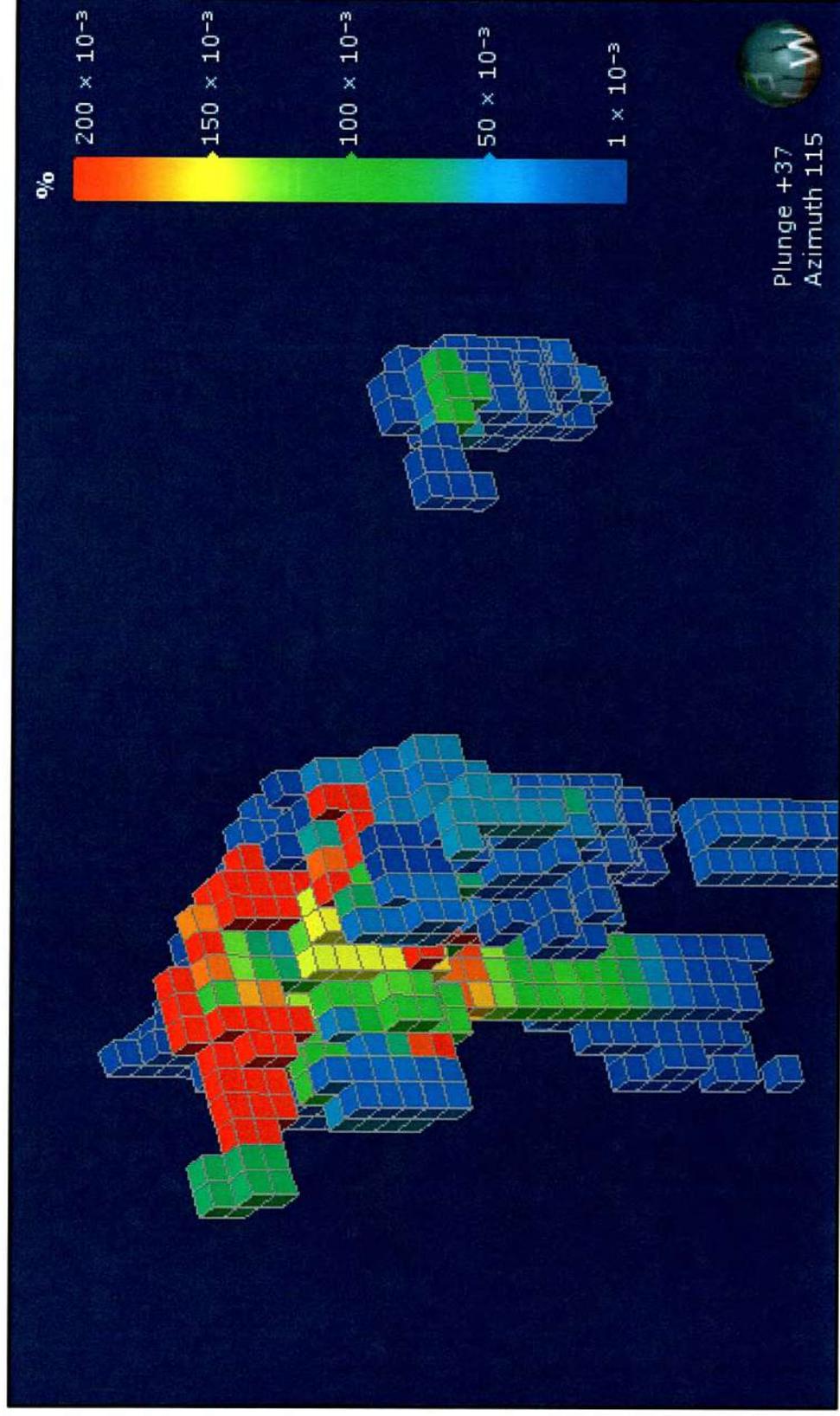


Figura 42. Modelo de bloques del prospecto del cerro "Los Chicharrones", donde cada bloque tiene una dimensión de 5m x 5m x 5m.

### Curvas tonelaje vs ley

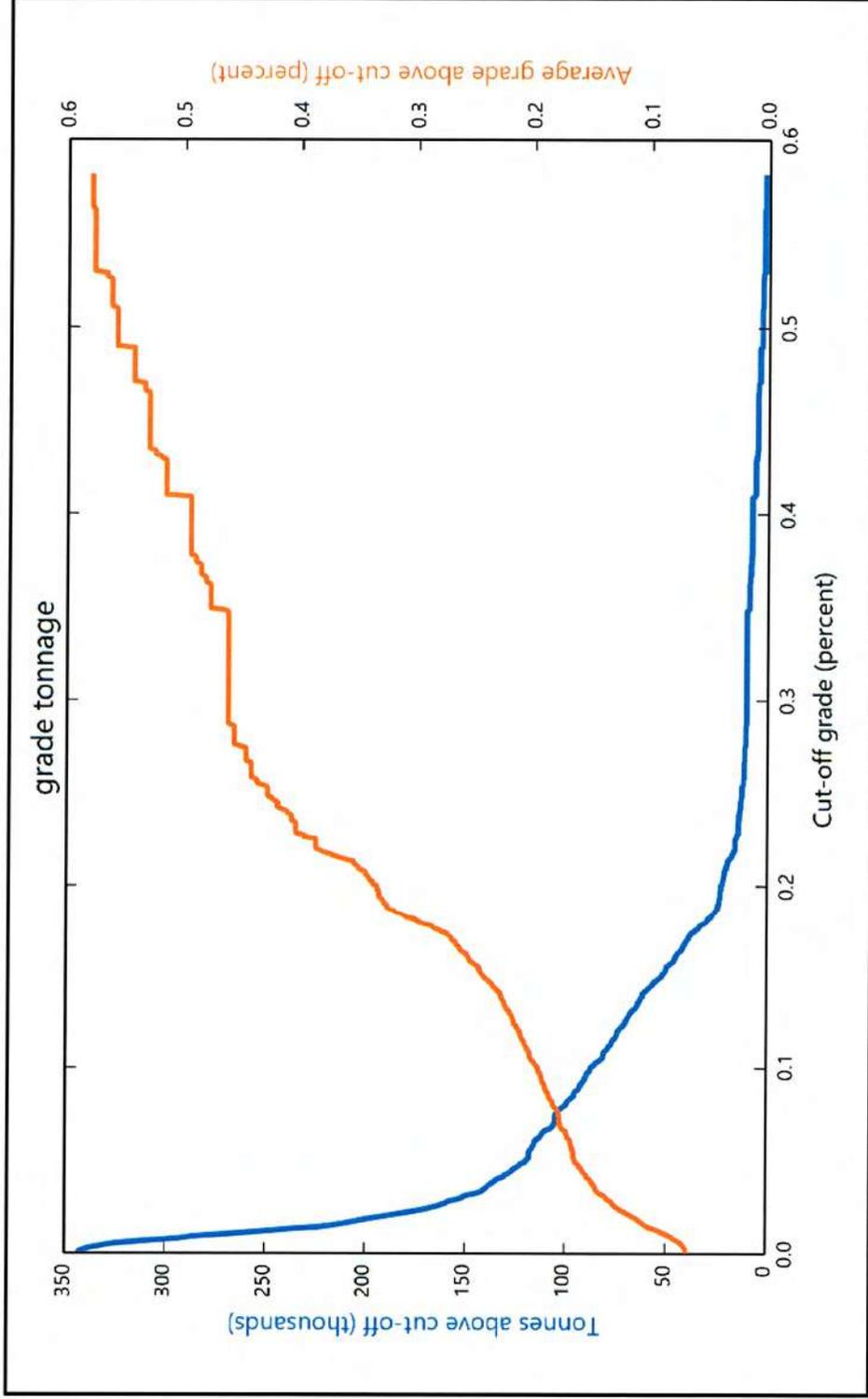


Figura 43. Grafica curvas tonelaje vs ley corte y ley media que nos indica la dimensión de las reservas del proyecto “Los Chicharrones”, en el eje (Y) se refiere a tonelajes en miles que sería la línea azul, en el eje(x) se refiere a ley media (%) Mo que sería a línea naranjada.

## 5.6 Modelo de alteraciones

Desplegando el modelo de alteraciones, (Fig.44) del área de estudio en sólidos del modelo en el software de modelación Leapfrog Geo.

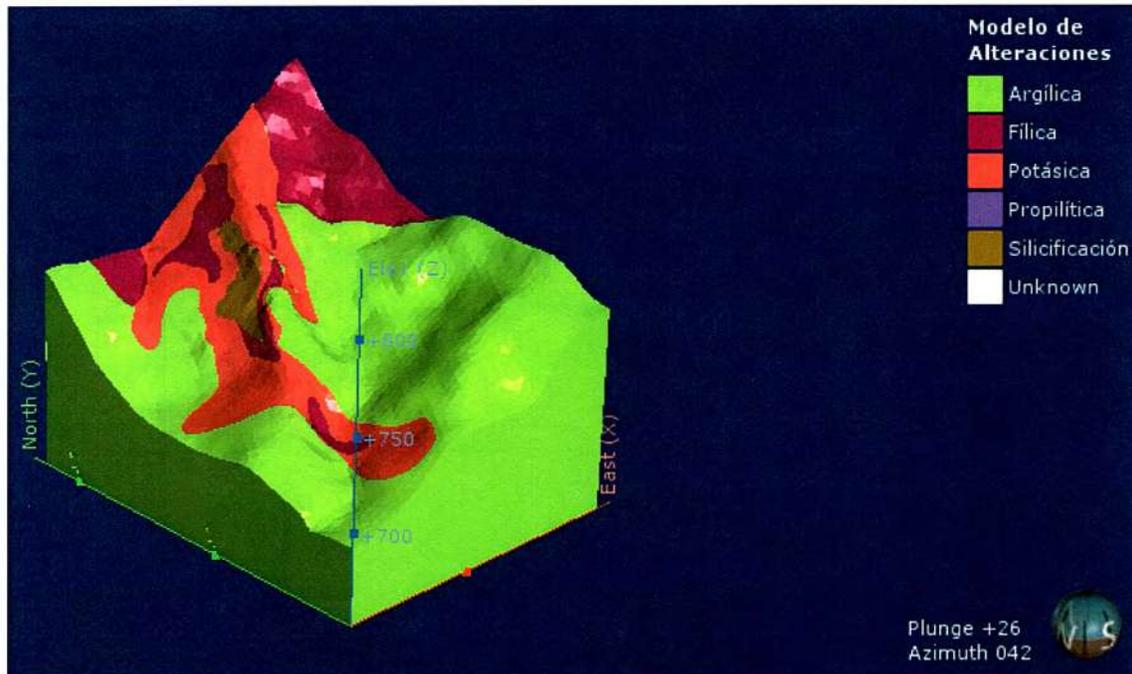


Figura 44. Modelo 3D sólido alteraciones del proyecto "Los Chicharrones" en el espacio de trabajo Leapfrog Geo

## 6. Conclusión

A partir con los resultados de los modelos de geológicos fue posible mostrar e ilustrar la potencialidad de los modelos 3D geofísico, litológico, de alteraciones, geoquímico y modelo bloques para caracterizar la variabilidad e incertidumbre en las predicciones de unidades geológicas en el espacio (3D), frente al enfoque tradicional del modelamiento geológico determinístico.

Con el modelamiento se pudo definir los contactos entre las unidades litológicas y de igual manera las alteraciones del prospecto “Los Chicharrones” mediante la barrenación del proyecto realizado por el Servicio Geológico Mexicano.

Mediante la utilización de los modelos de geoquímica y geofísica fue posible y fundamental para discriminar la mineralización importante en las brechas chicharrones.

Esto con en el fin definir el cuerpo de stock de pórfido cuarzomonzonítico, los resultados muestran que el stock tiene la morfología de un lopolito. Otro resultado importante, es que se obtuvo un modelo de la mineralización, la cual está controlada por las estructuras y por el stock, en la parte más superficial siendo la parte más económica del prospecto. Otro resultado importante es que a profundidad se pueden observar valores altos de Mo con una gran posibilidad de encontrar nuevo cuerpo mineralizados de gran importancia.

Utilizando el software Leapfrog Geo 4.0 se generó un modelo de bloque 3D y así una imagen y proyección más precisa de la geología del área del prospecto de “Los Chicharrones”, lo cual genera una mayor certidumbre y así se reduce el riesgo y la incertidumbre para los proyectos de exploración, da como resultado el cálculo de reserva (Tabla 8.), considerando que sus reservas del yacimiento “Los Chicharrones” son pequeñas donde no lo hace económicamente explotable.

## 7. Bibliografía

- Bustamante Yañez, M.A (1979) Estudio Geoquímica del Stockwork de Molibdeno de Los Chicharrones, en Nacoriba, municipio de Badiraguato, estado de Sinaloa.
- Cifuentes Diaz de Leon. M. A.. (1979) Informe del Trabajo Geofísico Realizado en el Cerro de Los Chicharrones, Nacoriba, municipio de Badiraguato, Sinaloa.
- Consejo de Recursos Minerales (2004) Carta Geológico-Minera Conitaca G13-C84, Escala 1:50,000.
- Harper Burgueño, C. O., et al., (1979) Estudio de Alteración del Yacimiento del Stockwork de Molibdeno del Cerro de Los Chicharrones, Nacoriba, municipio de Badiraguato, Sinaloa.
- Silva Macedo, D., et al (1980) Estudio Metalogénico del Stockwork de Molibdeno “Los Chicharrones” en Nacoriba, municipio de Badiraguato, Sinaloa.
- Yañez Mondragon, C. F., (1978) Informe Preliminar sobre el Stockwork de Molibdeno “Los Chicharrones” en Nacoriba, municipio de Badiraguato, estado de Sinaloa.
- Valencia-Moreno, M, Ochoa-Landin, L, Noguez-Alcántara, B, Ruiz, J, Perez-Segura, E. (2006) Característica metalogenéticas de los deposito tipo cuprífero de México y su situación en el contexto mundial. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Vol. 58, Num 1, 2006, p. 1-26

- Cowan EJ, Spragg KJ, Everitt MR (2011) Wireframe-Free Geological Modelling - An Oxymoron or a Value Proposition? Eighth International Mining Geology Conference, Queenstown, New Zealand
- Cowan EJ, Beatson RK, Ross HJ, et al. (2003) Practical Implicit Geological Modelling. Fifth International Mining Geology Conference Proceedings. AusIMM Publication Series 8:89–99.
- Houlding, S.W., (1994) 3D Geoscience Modeling-computer Techniques for Geological Characterization. Springer-Verlag, Berlin, Germany. p. 320.
- Mallet, J.L., (2002) Geomodeling (Applied Geostatistics Series). Oxford University Press, New York, p. 624.
- Fallara, F., Legault, M., Rabeau, O., (2006) 3D integrated geological modeling in the Abitibi subprovince (Quebec, Canada): techniques and applications. *Exploration and Mining Geology* 15 (2), 27-41.
- Sprague, K., Kemp, E., Wong, W., McGaughey, J., Perron, G., Barrie, T., (2006) Spatial targeting using queries in a 3-D GIS environment with application to mineral exploration. *Computers and Geosciences* 32 (3), 396-418
- Pan, M., Fang, Y., Qu, H.G., (2007) Discussion on several foundational issues in three-dimensional geological modeling. *Geography and Geo-Information Science* 23 (3), 1-5 (in Chinese with English abstract)
- Wang, G., Chen, J., Du, Y., (2007) Three-dimensional localization prediction of deposit and mineralization environment quantitative assessment: a case study of porphyry copper deposits in Sanjiang region, China. In: *Proceedings*

of IAMG, 07 Geomathematics and GIS Analysis of Resources, Environment and Hazards, Beijing, China, pp. 102-105.

Calcagno, P., Chilés, J., Courrioux, G., Guillen, A., (2008) Geological modelling from field data and geological knowledge: Part I. Modelling method coupling 3D potential-field interpolation and geological rules. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 171 (1-4), 147-157.

Kaufmann, O., Martin, T., (2008) 3D geological modelling from boreholes, cross-sections and geological maps, application over former natural gas storages in coal mines. *Computers and Geosciences* 34 (3), 278-290.

Pouliot, J., Bedard, K., Kirkwood, D., Lachance, B., (2008) Reasoning about geological space: coupling 3D GeoModels and topological queries as an aid to spatial data selection. *Computers and Geosciences* 34, 529-541.

Wang, G., Chen, J., Du, Y., (2007) Three-dimensional localization prediction of deposit and mineralization environment quantitative assessment: a case study of porphyry copper deposits in Sanjiang region, China. In: *Proceedings of IAMG, 07 Geomathematics and GIS Analysis of Resources, Environment and Hazards, Beijing, China, pp. 102-105.*

Xiao, K., (2009) Computer simulation of three-dimensional geologic map and resource evaluation. In: *The 9th National Deposit Congress, pp. 742-743 (in Chinese with English abstract).*

Zanchi, A., Francescac, S., Stefano, Z., Simone, S., Graziano, G., (2009) 3D reconstruction of complex geological bodies: examples from the Alps. Computers and Geosciences 35, 49-69.

Servicio Geológico México., (2006) Informe de la carta geológico-mineral y geoquímica Badiraguato G13-C32, 21 p.

Soberanes, F. B. A. y Cruz, G. R., (1979) Estudio Geológico Minero del Prospecto "Cerro de los Guerrero, municipio de Badiraguato, estado de Sinaloa.

Bustamante, Y. M. A. y Soberanes, F. B. A., (1976) Reconocimiento Geológico Minero del Área de Otatillos y el Estudio Preliminar de la Brecha Virginia, municipio de Badiraguato, estado de Sinaloa.

Fredrikson, G. y Henry Ch., D., (1972) Geología del área de Mazatlán Sur de Sinaloa, Soc. Geol. Mex. II Conv. Nacional.

Clabaugh, S. E. and McDowell, F. W., (1972) Edades potasio-argón de rocas volcánicas en la Sierra Madre Occidental, al noroeste de Mazatlán (Abstract): en Córdoba, D. A., Arenal, C. R., Rodríguez-Torres, R., and Segura V., L. R. eds., Memoria de la Ila. Convención Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana; Mazatlán, Soc. Geol. Méx. p. 182-185.

Flores, M. A. B., (1981) Reconocimiento Geológico Minero de algunos Prospectos en el municipio de Badiraguato, estado de Sinaloa

Mc Dowell, Roldan y Amaya, (1997) Interrelationship of sedimentary and volcanic deposits associated with tertiary extension in Sonora, México. Geological Society of America Bulletin, October 1997, pages. 1349-1360.

Duval Henry, Christopher, (1975) Geology and geochronology of the granitic batholithic complex, Sinaloa Mexico.

# Anexos

Datos de los barrenos

Archivo. - Collar

HOLE	WGS 84			Z	Max Depth
	E	N			
N-A	260717.363	2814464.11		762.9	179.3
N-B	260713.862	2814419.11		728	400
N-C	260759.363	2814409.11		753.16	492.65
N-1	260719.863	2814448.61		747.1	70.1
N-2	260666.862	2814456.61		727.6	79.88
N-3	260733.363	2814467.11		761.4	62.73
N-4	260706.362	2814461.61		766.1	18.32
N-5	260695.362	2814443.11		748.8	17.79
N-6	260713.362	2814433.11		736.6	80.09
N-7	260671.862	2814380.11		708.4	34.62
N-8	260673.362	2814367.61		705.3	72.05
N-9	260719.863	2814448.61		747.1	15.68

Tabla 1. Datos del archivo Collar

Datos de los barrenos

Archivo. - Survey

Hole	Depth	Dip	Azimuth
N-A	0	-90	0
N-B	0	-59	37
N-B	35	-61	36
N-B	80	-62	33
N-B	140	-64	31
N-B	200	-64	30
N-C	0	-88	0
N-C	250	-89	65
N-C	305	-89	58
N-1	0	-48	295
N-2	0	-58	116
N-3	0	-54	285
N-4	0	-90	0
N-5	0	-90	0
N-6	0	-77	309
N-7	0	-78	15
N-8	0	-52	120
N-9	0	-90	0

Tabla 2. Datos del archivo Survey

Datos de los barrenos

Archivo. - Geo

Hole	mFrom	mTo	LITO	Alteracion	Traslape
N-1	0	7	Cuarzomonzonita	Feldespática	Fílica
N-1	7	15	Cuarzomonzonita	Sílica	Fílica
N-1	15	20.5	Cuarzomonzonita	Sílica	
N-1	20.5	22	Cuarzomonzonita	Feldespática	
N-1	22	27	Cuarzomonzonita	Sílica	
N-1	27	28	Cuarzomonzonita	Feldespática	
N-1	28	36.5	Cuarzomonzonita	Sílica	
N-1	36.5	37.3	Cuarzomonzonita	Feldespática	
N-1	37.3	38.6	Cuarzomonzonita	Biotita	Propilítica
N-1	38.6	39.4	Cuarzomonzonita	Sílica	Propilítica
N-1	39.4	42	Cuarzomonzonita	Feldespática	Propilítica
N-1	42	44.5	Andesita Porfídica	Feldespática	Propilítica
N-1	44.5	45.8	Cuarzomonzonita	Sílica	Propilítica
N-1	45.8	50	Cuarzomonzonita	Biotita	Propilítica
N-1	50	52.4	Cuarzomonzonita	Biotita	
N-1	52.4	53.8	Andesita Porfídica	Biotita	
N-1	53.8	54.2	Cuarzomonzonita	Biotita	
N-1	54.2	59.1	Andesita Porfídica	Biotita	
N-1	59.1	59.4	Cuarzomonzonita	Biotita	
N-1	59.4	70	Andesita Porfídica	Biotita	
N-2	0	4.8	Andesita Porfídica	Biotita	
N-2	4.8	5.2	Cuarzomonzonita	Biotita	
N-2	5.2	8.1	Andesita Porfídica	Biotita	
N-2	8.1	8.4	Cuarzomonzonita	Biotita	
N-2	8.4	9.4	Andesita Porfídica	Feldespática	Propilítica

Tabla 3. Datos del archivo Geo

Datos de los barrenos

Archivo. - Assay

Hole	mFrom	mTo	%
N-A	0	4	0.007
N-A	4	5	0.008
N-A	5	8	0.009
N-A	8	9	0.005
N-A	9	10	0.005
N-A	10	11.5	0.003
N-A	11.5	13	0.004
N-A	13	14	0.009
N-A	14	15.5	0.03
N-A	15.5	17	0.023
N-A	17	18	0.016
N-A	18	19	0.012
N-A	19	20	0.043
N-A	20	21	0.069
N-A	21	22	0.09
N-A	22	23	0.113
N-A	23	24	0.103
N-A	24	25	0.095
N-A	25	26	0.093
N-A	26	27	0.185
N-A	27	28	0.23
N-A	28	29	0.214
N-A	29	30	0.183
N-A	30	31	0.164
N-A	31	32	0.129
N-A	32	32.5	0.144

Tabla 4. Datos del archivo Assay

Tabla geoquímica Mo

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
1	260549.2	2814380	675.9729	141	30	260669.5	2814403	729.7647	30	59	260804.9	2814387	785.3059	124
2	260568.5	2814366	675.4798	257	31	260686.6	2814390	722.2306	31	60	260841.8	2814362	806.4249	153
3	260586.6	2814353	679.2533	169	32	260703.4	2814378	717.8443	32	61	260864.2	2814347	814.1464	136
4	260606.1	2814341	685.0261	175	33	260719.5	2814368	728.8108	33	62	260601.5	2814552	739.5042	3
5	260559.2	2814397	686.7695	91	34	260735.2	2814358	742.4381	34	63	260615.7	2814543	752.7641	1
6	260578.2	2814384	681.8504	97	35	260630.9	2814455	703.9365	35	64	260630.9	2814532	760.2536	5
7	260596.7	2814371	691.0533	60	36	260649.5	2814441	709.971	36	65	260646.4	2814521	752.3265	5
8	260616.7	2814357	697.6613	43	37	260666.8	2814431	720.9953	37	66	260662.5	2814510	740.2305	13
9	260635.5	2814346	701.695	77	38	260699.2	2814408	730.6359	38	67	260680.5	2814498	744.1034	9
10	260654	2814334	698.6877	141	39	260716.5	2814396	722.5772	39	68	260697.6	2814486	753.7346	113
11	260670.5	2814321	710.9322	72	40	260732.5	2814386	730.6518	40	69	260712.9	2814475	768.0024	1690
12	260685.9	2814312	722.2153	68	41	260751.1	2814373	743.3983	41	70	260728.2	2814466	759.2197	48
13	260706.2	2814298	721.1247	156	42	260624.8	2814484	719.2165	42	71	260745.5	2814454	754.3908	69
14	260724.6	2814286	713.7875	141	43	260641.6	2814473	714.5299	43	72	260763.7	2814442	753.3718	38
15	260664.3	2814351	700.9354	103	44	260660.2	2814460	719.1399	44	73	260782	2814429	762.0917	25
16	260682.7	2814338	714.1046	71	45	260690.9	2814439	746.6011	28	74	260798.5	2814418	772.0248	15
17	260698.4	2814329	726.9667	23	46	260709.4	2814427	735.3015	403	75	260814.3	2814407	790.5152	24
18	260715.4	2814317	730.7888	139	47	260725.9	2814415	726.1479	123	76	260829.3	2814397	801.514	27
19	260735.4	2814304	723.3253	917	48	260743.2	2814403	736.0824	284	77	260846.7	2814386	814.3143	21
20	260623.1	2814407	702.7023	73	49	260762.8	2814390	743.483	197	78	260865	2814373	820.7518	15
21	260639.3	2814396	713.5307	257	50	260637.8	2814500	734.5997	61	79	260883.8	2814360	823.8726	12
22	260657.7	2814383	720.2864	45	51	260655.6	2814488	726.8602	100	80	260724.4	2814494	778.4101	669
23	260674.3	2814372	705.4623	117	52	260671.8	2814477	734.3358	80	81	260741.6	2814483	771.9282	247
24	260692	2814360	716.4866	49	53	260689.9	2814464	744.8029	163	82	260759.3	2814473	762.7084	331
25	260707.4	2814350	730.1519	131	54	260718.3	2814446	744.8742	49	83	260777.4	2814462	768.3433	16
26	260724.2	2814339	743.0606	285	55	260734.4	2814435	739.2677	143	84	260794.5	2814452	774.1432	9
27	260620.7	2814435	701.8021	643	56	260752.6	2814423	746.6933	115	85	260808.8	2814443	786.1603	1
28	260638.6	2814423	707.642	132	57	260768.8	2814412	758.0073	143	86	260826.2	2814433	801.0319	2
29	260654	2814412	717.2129	29	58	260786.8	2814400	771.6796	108	87	260843.8	2814422	810.4359	4

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
88	260858.8	2814413	817.5519	3	118	260746.9	2814531	796.1905	53	148	260929.4	2814429	822.5082	12
89	260876.4	2814402	824.9919	2	119	260763.7	2814519	806.2651	22	149	260948.8	2814417	827.3221	15
90	260572.5	2814620	723.9305	12	120	260780.9	2814507	801.1767	7	150	260972.2	2814400	832.5918	12
91	260590.2	2814607	739.7377	8	121	260799.8	2814495	797.744	23	151	260625.2	2814661	733.7357	2
92	260608.7	2814596	753.8662	7	122	260817.8	2814482	805.6635	25	152	260641.3	2814650	747.1274	4
93	260625.4	2814584	762.059	8	123	260835.6	2814470	814.1691	12	153	260657.2	2814640	760.964	3
94	260642.9	2814572	770.7383	4	124	260852.1	2814459	822.6897	30	154	260673.4	2814628	776.0696	27
95	260661.7	2814560	782.0169	8	125	260869.1	2814447	834.3581	30	155	260693.8	2814615	802.7786	30
96	260680.5	2814547	770.7144	8	126	260887.6	2814435	840.7249	25	156	260710.2	2814604	817.6776	17
97	260699.9	2814534	765.1032	12	127	260904.6	2814423	836.7868	13	157	260728	2814592	814.5253	2
98	260718.8	2814521	772.3022	20	128	260924.8	2814409	829.8213	12	158	260748.9	2814577	810.5497	4
99	260734.5	2814510	787.9619	70	129	260939.7	2814400	830.3474	5	159	260782.2	2814555	828.3411	0
100	260752.5	2814497	784.9928	35	130	260954.9	2814388	835.7932	8	160	260802	2814541	829.3917	0
101	260767.1	2814486	779.169	55	131	260622.7	2814640	741.9431	4	161	260823.1	2814527	832.1826	15
102	260786.8	2814472	782.1733	25	132	260638.3	2814629	757.0192	11	162	260840.9	2814515	838.8758	11
103	260805	2814458	791.3989	8	133	260654.8	2814617	776.2839	5	163	260859.4	2814502	842.0295	11
104	260820	2814446	798.3753	8	134	260668.5	2814608	791.2467	4	164	260878.2	2814489	828.8974	19
105	260837.6	2814433	807.7538	14	135	260685.5	2814597	804.4542	7	165	260897.9	2814477	815.2811	10
106	260855.7	2814419	816.2238	8	136	260701.9	2814586	806.3158	8	166	260918.2	2814462	816.7003	10
107	260876.8	2814404	826.1538	8	137	260720.1	2814573	797.8793	27	167	260938.3	2814448	809.933	6
108	260906.5	2814381	839.4706	121	138	260757.2	2814548	806.4336	20	168	260961	2814433	810.909	11
109	260591.5	2814636	734.8717	9	139	260769	2814540	815.7548	7	169	260978.6	2814421	816.0316	786
110	260608	2814625	745.3604	6	140	260787.5	2814527	823.3278	3	170	260996	2814409	820.6502	4
111	260623.6	2814614	758.9471	8	141	260806.6	2814514	818.7097	17	171	260616.3	2814693	720.5479	1
112	260639.5	2814603	768.536	5	142	260823	2814503	818.3907	12	172	260632.9	2814681	735.4668	2
113	260655.5	2814592	785.444	7	143	260841	2814491	827.6818	11	173	260649.2	2814670	746.8119	2
114	260673.5	2814580	794.521	10	144	260856.1	2814480	834.6161	6	174	260666.5	2814658	760.4821	7
115	260691.4	2814568	787.5361	25	145	260875	2814467	839.6462	7	175	260681.9	2814647	774.3918	8
116	260709.9	2814556	783.1655	27	146	260893	2814455	832.0553	12	176	260696.2	2814638	789.0072	5
117	260729.2	2814542	782.2973	28	147	260910.8	2814442	830.1973	27	177	260709.3	2814629	801.8037	6

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
178	260725.2	2814618	815.5343	8	208	260884.8	2814532	819.4422	11	238	260807.9	2814630	796.0115	19
179	260741.4	2814607	828.1554	6	209	260905.3	2814518	802.3953	12	239	260826.7	2814616	790.1619	23
180	260761.5	2814593	830.8588	0	210	260927.6	2814502	791.8288	12	240	260844.7	2814605	790.4961	29
181	260778.2	2814582	825.8113	80	211	260946.5	2814489	789.669	6	241	260862.7	2814592	796.0889	19
182	260796.7	2814570	822.7048	2	212	260972.6	2814472	790.6567	1	242	260881.5	2814580	801.7145	4
183	260815.9	2814557	823.8017	18	213	261018.4	2814440	801.2404	19	243	260897.3	2814569	801.8341	10
184	260832.3	2814544	830.9341	4	214	260659	2814709	743.5106	3	244	260912.9	2814559	797.2402	7
185	260851.4	2814533	838.4106	28	215	260684.4	2814691	759.8877	4	245	260929.8	2814547	790.2383	12
186	260866.1	2814522	832.1097	14	216	260711.7	2814672	777.1006	4	246	260943.9	2814537	784.9549	3
187	260880.9	2814513	818.1345	13	217	260732.4	2814659	792.2198	21	247	260959.6	2814527	781.0605	11
188	260897	2814501	805.8763	8	218	260746.4	2814649	804.0322	23	248	260977.8	2814514	779.3916	10
189	260922.6	2814484	797.9717	6	219	260763.6	2814637	818.181	12	249	260996.1	2814501	780.1305	5
190	260946.9	2814468	798.127	13	220	260780.6	2814625	813.911	33	250	260729.3	2814707	765.4738	14
191	260971.2	2814451	799.3892	7	221	260797.3	2814614	802.9364	48	251	260740.9	2814700	774.4603	16
192	260994	2814436	804.6649	12	222	260814.9	2814602	796.1082	5	252	260756.2	2814689	788.6878	5
193	261017.9	2814420	811.4722	1	223	260833.3	2814589	796.3009	19	253	260770.7	2814680	799.3387	5
194	260618.2	2814713	716.0811	4	224	260853.4	2814576	806.4423	57	254	260786.8	2814668	803.5204	12
195	260635.6	2814701	727.597	27	225	260869.6	2814565	814.2931	31	255	260802.7	2814658	798.8098	12
196	260649	2814692	737.122	17	226	260886.1	2814554	813.8793	13	256	260817.3	2814647	792.4427	5
197	260664.3	2814682	753.7509	15	227	260900.3	2814544	807.2637	3	257	260835.9	2814635	786.7451	11
198	260679.9	2814671	767.8503	12	228	260916.2	2814533	797.3346	3	258	260852.8	2814623	785.5991	12
199	260697.7	2814659	779.44	6	229	260931.6	2814523	789.6931	1	259	260871.3	2814611	787.6817	21
200	260715	2814648	789.1355	12	230	260952.3	2814509	784.4697	3	260	260889.8	2814598	790.8028	29
201	260731.5	2814636	800.3252	12	231	260973.8	2814494	783.7487	2	261	260906.1	2814588	791.2267	46
202	260749.9	2814623	817.5744	44	232	260994.9	2814479	786.0518	2	262	260925.2	2814575	788.2731	40
203	260768.5	2814611	822.3787	14	233	261015.7	2814465	790.5863	20	263	260941.6	2814564	783.8837	16
204	260805.8	2814585	806.2292	21	234	260741.9	2814675	790.9778	44	264	260958.7	2814552	779.5533	23
205	260825	2814572	810.9808	12	235	260759.2	2814663	807.2026	14	265	260977.4	2814538	776.5567	7
206	260844.9	2814559	820.3842	3	236	260776.6	2814651	813.969	11	266	261003.4	2814521	775.994	21
207	260866.1	2814544	830.1232	14	237	260790.9	2814642	805.915	12	267	261026	2814506	778.5871	12

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
268	260742.7	2814729	762.7181	30	274	260847.7	2814656	782.6891	17	280	260959.4	2814579	776.6008	10
269	260757.2	2814718	772.1605	15	275	260870.2	2814640	780.6285	4	281	260976.4	2814568	774.0435	12
270	260774.4	2814707	782.7769	4	276	260888	2814628	781.115	13	282	260997	2814553	772.3258	15
271	260792.8	2814694	790.1938	11	277	260904.6	2814617	781.8288	9	283	261015.8	2814541	772.3366	12
272	260812.6	2814680	790.3819	28	278	260926.6	2814601	781.3953	11					
273	260830.3	2814668	786.4701	12	279	260944.4	2814589	779.1374	10					

Tabla 5. Datos geoquímicos del Mo

Tabla geoquímica Cu

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
1	260549.2	2814380	675.9729	84	30	260669.5	2814403	729.7647	5	59	260804.9	2814387	785.3059	8
2	260568.5	2814366	675.4798	18	31	260686.6	2814390	722.2306	4	60	260841.8	2814362	806.4249	12
3	260586.6	2814353	679.2533	45	32	260703.4	2814378	717.8443	12	61	260864.2	2814347	814.1464	8
4	260606.1	2814341	685.0261	18	33	260719.5	2814368	728.8108	16	62	260601.5	2814552	739.5042	28
5	260559.2	2814397	686.7695	36	34	260735.2	2814358	742.4381	10	63	260615.7	2814543	752.7641	17
6	260578.2	2814384	681.8504	15	35	260630.9	2814455	703.9365	8	64	260630.9	2814532	760.2536	22
7	260596.7	2814371	691.0533	22	36	260649.5	2814441	709.971	8	65	260646.4	2814521	752.3265	19
8	260616.7	2814357	697.6613	8	37	260666.8	2814431	720.9953	8	66	260662.5	2814510	740.2305	35
9	260635.5	2814346	701.695	10	38	260699.2	2814408	730.6359	4	67	260680.5	2814498	744.1034	10
10	260654	2814334	698.6877	12	39	260716.5	2814396	722.5772	12	68	260697.6	2814486	753.7346	9
11	260670.5	2814321	710.9322	11	40	260732.5	2814386	730.6518	10	69	260712.9	2814475	768.0024	18
12	260685.9	2814312	722.2153	12	41	260751.1	2814373	743.3983	16	70	260728.2	2814466	759.2197	11
13	260706.2	2814298	721.1247	12	42	260624.8	2814484	719.2165	8	71	260745.5	2814454	754.3908	33
14	260724.6	2814286	713.7875	15	43	260641.6	2814473	714.5299	8	72	260763.7	2814442	753.3718	23
15	260664.3	2814351	700.9354	14	44	260660.2	2814460	719.1399	8	73	260782	2814429	762.0917	32
16	260682.7	2814338	714.1046	8	45	260690.9	2814439	746.6011	8	74	260798.5	2814418	772.0248	43
17	260698.4	2814329	726.9667	75	46	260709.4	2814427	735.3015	8	75	260814.3	2814407	790.5152	32
18	260715.4	2814317	730.7888	9	47	260725.9	2814415	726.1479	20	76	260829.3	2814397	801.514	32
19	260735.4	2814304	723.3253	99	48	260743.2	2814403	736.0824	16	77	260846.7	2814386	814.3143	52
20	260623.1	2814407	702.7023	8	49	260762.8	2814390	743.483	26	78	260865	2814373	820.7518	30
21	260639.3	2814396	713.5307	8	50	260637.8	2814500	734.5997	4	79	260883.8	2814360	823.8726	16
22	260657.7	2814383	720.2864	10	51	260655.6	2814488	726.8602	8	80	260724.4	2814494	778.4101	26
23	260674.3	2814372	705.4623	12	52	260671.8	2814477	734.3358	10	81	260741.6	2814483	771.9282	22
24	260692	2814360	716.4866	5	53	260689.9	2814464	744.8029	6	82	260759.3	2814473	762.7084	221
25	260707.4	2814350	730.1519	13	54	260718.3	2814446	744.8742	10	83	260777.4	2814462	768.3433	20
26	260724.2	2814339	743.0606	11	55	260734.4	2814435	739.2677	12	84	260794.5	2814452	774.1432	13
27	260620.7	2814435	701.8021	15	56	260752.6	2814423	746.6933	26	85	260808.8	2814443	786.1603	6
28	260638.6	2814423	707.642	6	57	260768.8	2814412	758.0073	18	86	260826.2	2814433	801.0319	8
29	260654	2814412	717.2129	4	58	260786.8	2814400	771.6796	14	87	260843.8	2814422	810.4359	34

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
88	260858.8	2814413	817.5519	34	118	260746.9	2814531	796.1905	38	148	260929.4	2814429	822.5082	39
89	260876.4	2814402	824.9919	33	119	260763.7	2814519	806.2651	7	149	260948.8	2814417	827.3221	28
90	260572.5	2814620	723.9305	237	120	260780.9	2814507	801.1767	31	150	260972.2	2814400	832.5918	36
91	260590.2	2814607	739.7377	59	121	260799.8	2814495	797.744	31	151	260625.2	2814661	733.7357	16
92	260608.7	2814596	753.8662	24	122	260817.8	2814482	805.6635	25	152	260641.3	2814650	747.1274	36
93	260625.4	2814584	762.059	19	123	260835.6	2814470	814.1691	49	153	260657.2	2814640	760.964	14
94	260642.9	2814572	770.7383	29	124	260852.1	2814459	822.6897	40	154	260673.4	2814628	776.0696	25
95	260661.7	2814560	782.0169	44	125	260869.1	2814447	834.3581	82	155	260693.8	2814615	802.7786	24
96	260680.5	2814547	770.7144	35	126	260887.6	2814435	840.7249	82	156	260710.2	2814604	817.6776	28
97	260699.9	2814534	765.1032	8	127	260904.6	2814423	836.7868	62	157	260728	2814592	814.5253	49
98	260718.8	2814521	772.3022	21	128	260924.8	2814409	829.8213	78	158	260748.9	2814577	810.5497	11
99	260734.5	2814510	787.9619	13	129	260939.7	2814400	830.3474	103	159	260767.8	2814565	822.1682	6
100	260752.5	2814497	784.9928	26	130	260954.9	2814388	835.7932	17	160	260782.2	2814555	828.3411	25
101	260767.1	2814486	779.169	35	131	260622.7	2814640	741.9431	98	161	260802	2814541	829.3917	9
102	260786.8	2814472	782.1733	68	132	260638.3	2814629	757.0192	11	162	260823.1	2814527	832.1826	51
103	260805	2814458	791.3989	48	133	260654.8	2814617	776.2839	20	163	260840.9	2814515	838.8758	71
104	260820	2814446	798.3753	29	134	260668.5	2814608	791.2467	16	164	260859.4	2814502	842.0295	38
105	260837.6	2814433	807.7538	56	135	260685.5	2814597	804.4542	15	165	260878.2	2814489	828.8974	66
106	260855.7	2814419	816.2238	64	136	260701.9	2814586	806.3158	22	166	260897.9	2814477	815.2811	36
107	260876.8	2814404	826.1538	61	137	260720.1	2814573	797.8793	71	167	260918.2	2814462	816.7003	39
108	260906.5	2814381	839.4706	26	138	260757.2	2814548	806.4336	8	168	260938.3	2814448	809.933	44
109	260591.5	2814636	734.8717	31	139	260769	2814540	815.7548	26	169	260961	2814433	810.909	18
110	260608	2814625	745.3604	55	140	260787.5	2814527	823.3278	9	170	260978.6	2814421	816.0316	24
111	260623.6	2814614	758.9471	18	141	260806.6	2814514	818.7097	16	171	260996	2814409	820.6502	14
112	260639.5	2814603	768.536	32	142	260823	2814503	818.3907	42	172	260616.3	2814693	720.5479	14
113	260655.5	2814592	785.444	20	143	260841	2814491	827.6818	27	173	260632.9	2814681	735.4668	9
114	260673.5	2814580	794.521	11	144	260856.1	2814480	834.6161	51	174	260649.2	2814670	746.8119	38
115	260691.4	2814568	787.5361	25	145	260875	2814467	839.6462	49	175	260666.5	2814658	760.4821	20
116	260709.9	2814556	783.1655	51	146	260893	2814455	832.0553	51	176	260681.9	2814647	774.3918	15
117	260729.2	2814542	782.2973	66	147	260910.8	2814442	830.1973	124	177	260696.2	2814638	789.0072	21

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
178	260709.3	2814629	801.8037	23	208	260866.1	2814544	830.1232	53	238	260790.9	2814642	805.915	85
179	260725.2	2814618	815.5343	66	209	260884.8	2814532	819.4422	38	239	260807.9	2814630	796.0115	49
180	260741.4	2814607	828.1554	25	210	260905.3	2814518	802.3953	30	240	260826.7	2814616	790.1619	32
181	260761.5	2814593	830.8588	8	211	260927.6	2814502	791.8288	44	241	260844.7	2814605	790.4961	125
182	260778.2	2814582	825.8113	7	212	260946.5	2814489	789.669	32	242	260862.7	2814592	796.0889	25
183	260796.7	2814570	822.7048	24	213	260972.6	2814472	790.6567	9	243	260881.5	2814580	801.7145	40
184	260815.9	2814557	823.8017	25	214	261018.4	2814440	801.2404	17	244	260897.3	2814569	801.8341	42
185	260832.3	2814544	830.9341	17	215	260659	2814709	743.5106	83	245	260912.9	2814559	797.2402	53
186	260851.4	2814533	838.4106	14	216	260684.4	2814691	759.8877	65	246	260929.8	2814547	790.2383	58
187	260866.1	2814522	832.1097	27	217	260711.7	2814672	777.1006	118	247	260943.9	2814537	784.9549	82
188	260880.9	2814513	818.1345	47	218	260732.4	2814659	792.2198	137	248	260959.6	2814527	781.0605	75
189	260897	2814501	805.8763	16	219	260746.4	2814649	804.0322	27	249	260977.8	2814514	779.3916	34
190	260922.6	2814484	797.9717	66	220	260763.6	2814637	818.181	14	250	260996.1	2814501	780.1305	19
191	260946.9	2814468	798.127	6	221	260780.6	2814625	813.911	6	251	260729.3	2814707	765.4738	41
192	260971.2	2814451	799.3892	31	222	260797.3	2814614	802.9364	14	252	260740.9	2814700	774.4603	90
193	260994	2814436	804.6649	17	223	260814.9	2814602	796.1082	72	253	260756.2	2814689	788.6878	57
194	261017.9	2814420	811.4722	5	224	260833.3	2814589	796.3009	21	254	260770.7	2814680	799.3387	34
195	260618.2	2814713	716.0811	42	225	260853.4	2814576	806.4423	5	255	260786.8	2814668	803.5204	134
196	260635.6	2814701	727.597	17	226	260869.6	2814565	814.2931	80	256	260802.7	2814658	798.8098	133
197	260649	2814692	737.122	102	227	260886.1	2814554	813.8793	44	257	260817.3	2814647	792.4427	23
198	260664.3	2814682	753.7509	19	228	260900.3	2814544	807.2637	44	258	260835.9	2814635	786.7451	73
199	260679.9	2814671	767.8503	17	229	260916.2	2814533	797.3346	69	259	260852.8	2814623	785.5991	45
200	260697.7	2814659	779.44	13	230	260931.6	2814523	789.6931	37	260	260871.3	2814611	787.6817	23
201	260715	2814648	789.1355	14	231	260952.3	2814509	784.4697	30	261	260889.8	2814598	790.8028	20
202	260731.5	2814636	800.3252	10	232	260973.8	2814494	783.7487	21	262	260906.1	2814588	791.2267	12
203	260749.9	2814623	817.5744	36	233	260994.9	2814479	786.0518	82	263	260925.2	2814575	788.2731	27
204	260768.5	2814611	822.3787	27	234	261015.7	2814465	790.5863	6	264	260941.6	2814564	783.8837	51
205	260805.8	2814585	806.2292	16	235	260741.9	2814675	790.9778	44	265	260958.7	2814552	779.5533	57
206	260825	2814572	810.9808	277	236	260759.2	2814663	807.2026	12	266	260977.4	2814538	776.5567	53
207	260844.9	2814559	820.3842	17	237	260776.6	2814651	813.969	35	267	261003.4	2814521	775.994	51

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
268	261026	2814506	778.5871	171	274	260830.3	2814668	786.4701	32	280	260944.4	2814589	779.1374	72
269	260742.7	2814729	762.7181	66	275	260847.7	2814656	782.6891	49	281	260959.4	2814579	776.6008	10
270	260757.2	2814718	772.1605	19	276	260870.2	2814640	780.6285	33	282	260976.4	2814568	774.0435	38
271	260774.4	2814707	782.7769	127	277	260888	2814628	781.115	36	283	260997	2814553	772.3258	31
272	260792.8	2814694	790.1938	107	278	260904.6	2814617	781.8288	80	284	261015.8	2814541	772.3366	44
273	260812.6	2814680	790.3819	141	279	260926.6	2814601	781.3953	98					

Tabla 6. Datos geoquímicos del Cu

Tabla Geoquímica Pb

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
1	260549.2	2814380	675.9729	20	30	260669.5	2814403	729.7647	21	59	260804.9	2814387	785.3059	6
2	260568.5	2814366	675.4798	13	31	260686.6	2814390	722.2306	7	60	260841.8	2814362	806.4249	20
3	260586.6	2814353	679.2533	23	32	260703.4	2814378	717.8443	32	61	260864.2	2814347	814.1464	34
4	260606.1	2814341	685.0261	52	33	260719.5	2814368	728.8108	24	62	260601.5	2814552	739.5042	23
5	260559.2	2814397	686.7695	5	34	260735.2	2814358	742.4381	29	63	260630.9	2814532	760.2536	11
6	260578.2	2814384	681.8504	5	35	260630.9	2814455	703.9365	24	64	260646.4	2814521	752.3265	17
7	260596.7	2814371	691.0533	7	36	260649.5	2814441	709.971	21	65	260662.5	2814510	740.2305	20
8	260616.7	2814357	697.6613	5	37	260666.8	2814431	720.9953	33	66	260680.5	2814498	744.1034	23
9	260635.5	2814346	701.695	7	38	260699.2	2814408	730.6359	9	67	260697.6	2814486	753.7346	77
10	260654	2814334	698.6877	7	39	260716.5	2814396	722.5772	20	68	260712.9	2814475	768.0024	1108
11	260670.5	2814321	710.9322	5	40	260732.5	2814386	730.6518	20	69	260728.2	2814466	759.2197	48
12	260685.9	2814312	722.2153	3	41	260751.1	2814373	743.3983	17	70	260745.5	2814454	754.3908	64
13	260706.2	2814298	721.1247	5	42	260624.8	2814484	719.2165	7	71	260763.7	2814442	753.3718	41
14	260724.6	2814286	713.7875	9	43	260641.6	2814473	714.5299	23	72	260782	2814429	762.0917	35
15	260664.3	2814351	700.9354	43	44	260660.2	2814460	719.1399	6	73	260798.5	2814418	772.0248	28
16	260682.7	2814338	714.1046	15	45	260690.9	2814439	746.6011	204	74	260814.3	2814407	790.5152	91
17	260698.4	2814329	726.9667	37	46	260709.4	2814427	735.3015	48	75	260829.3	2814397	801.514	137
18	260715.4	2814317	730.7888	11	47	260725.9	2814415	726.1479	12	76	260846.7	2814386	814.3143	347
19	260735.4	2814304	723.3253	516	48	260743.2	2814403	736.0824	46	77	260865	2814373	820.7518	60
20	260623.1	2814407	702.7023	5	49	260762.8	2814390	743.483	16	78	260883.8	2814360	823.8726	33
21	260639.3	2814396	713.5307	8	50	260637.8	2814500	734.5997	7	79	260724.4	2814494	778.4101	60
22	260657.7	2814383	720.2864	32	51	260655.6	2814488	726.8602	9	80	260741.6	2814483	771.9282	270
23	260674.3	2814372	705.4623	23	52	260671.8	2814477	734.3358	9	81	260759.3	2814473	762.7084	77
24	260692	2814360	716.4866	4	53	260689.9	2814464	744.8029	7	82	260777.4	2814462	768.3433	49
25	260707.4	2814350	730.1519	5	54	260718.3	2814446	744.8742	97	83	260794.5	2814452	774.1432	61
26	260724.2	2814339	743.0606	47	55	260734.4	2814435	739.2677	16	84	260808.8	2814443	786.1603	12
27	260620.7	2814435	701.8021	24	56	260752.6	2814423	746.6933	18	85	260826.2	2814433	801.0319	32
28	260638.6	2814423	707.642	4	57	260768.8	2814412	758.0073	12	86	260843.8	2814422	810.4359	19
29	260654	2814412	717.2129	7	58	260786.8	2814400	771.6796	19	87	260858.8	2814413	817.5519	23

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
88	260876.4	2814402	824.9919	25	118	260763.7	2814519	806.2651	35	148	260948.8	2814417	827.3221	7
89	260572.5	2814620	723.9305	43	119	260780.9	2814507	801.1767	57	149	260972.2	2814400	832.5918	33
90	260590.2	2814607	739.7377	388	120	260799.8	2814495	797.744	77	150	260625.2	2814661	733.7357	6
91	260608.7	2814596	753.8662	31	121	260817.8	2814482	805.6635	56	151	260641.3	2814650	747.1274	12
92	260625.4	2814584	762.059	43	122	260835.6	2814470	814.1691	63	152	260657.2	2814640	760.964	10
93	260642.9	2814572	770.7383	129	123	260852.1	2814459	822.6897	44	153	260673.4	2814628	776.0696	10
94	260661.7	2814560	782.0169	85	124	260869.1	2814447	834.3581	47	154	260693.8	2814615	802.7786	12
95	260680.5	2814547	770.7144	87	125	260887.6	2814435	840.7249	63	155	260710.2	2814604	817.6776	13
96	260699.9	2814534	765.1032	17	126	260904.6	2814423	836.7868	161	156	260728	2814592	814.5253	12
97	260718.8	2814521	772.3022	124	127	260924.8	2814409	829.8213	101	157	260748.9	2814577	810.5497	19
98	260734.5	2814510	787.9619	60	128	260939.7	2814400	830.3474	56	158	260767.8	2814565	822.1682	20
99	260752.5	2814497	784.9928	73	129	260954.9	2814388	835.7932	44	159	260782.2	2814555	828.3411	33
100	260767.1	2814486	779.169	101	130	260622.7	2814640	741.9431	23	160	260802	2814541	829.3917	38
101	260786.8	2814472	782.1733	62	131	260638.3	2814629	757.0192	10	161	260823.1	2814527	832.1826	26
102	260805	2814458	791.3989	215	132	260654.8	2814617	776.2839	13	162	260840.9	2814515	838.8758	25
103	260820	2814446	798.3753	43	133	260668.5	2814608	791.2467	13	163	260859.4	2814502	842.0295	35
104	260837.6	2814433	807.7538	48	134	260685.5	2814597	804.4542	13	164	260878.2	2814489	828.8974	45
105	260855.7	2814419	816.2238	36	135	260701.9	2814586	806.3158	7	165	260897.9	2814477	815.2811	23
106	260876.8	2814404	826.1538	29	136	260720.1	2814573	797.8793	20	166	260918.2	2814462	816.7003	27
107	260906.5	2814381	839.4706	35	137	260757.2	2814548	806.4336	40	167	260938.3	2814448	809.933	36
108	260591.5	2814636	734.8717	23	138	260769	2814540	815.7548	10	168	260961	2814433	810.909	34
109	260608	2814625	745.3604	35	139	260787.5	2814527	823.3278	12	169	260978.6	2814421	816.0316	846
110	260623.6	2814614	758.9471	20	140	260806.6	2814514	818.7097	7	170	260996	2814409	820.6502	25
111	260639.5	2814603	768.536	49	141	260823	2814503	818.3907	46	171	260616.3	2814693	720.5479	46
112	260655.5	2814592	785.444	20	142	260841	2814491	827.6818	12	172	260632.9	2814681	735.4668	33
113	260673.5	2814580	794.521	8	143	260856.1	2814480	834.6161	93	173	260649.2	2814670	746.8119	38
114	260691.4	2814568	787.5361	160	144	260875	2814467	839.6462	7	174	260666.5	2814658	760.4821	20
115	260709.9	2814556	783.1655	351	145	260893	2814455	832.0553	12	175	260681.9	2814647	774.3918	20
116	260729.2	2814542	782.2973	35	146	260910.8	2814442	830.1973	26	176	260696.2	2814638	789.0072	12
117	260746.9	2814531	796.1905	60	147	260929.4	2814429	822.5082	140	177	260709.3	2814629	801.8037	13

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
178	260725.2	2814618	815.5343	50	208	260884.8	2814532	819.4422	19	238	260807.9	2814630	796.0115	10
179	260741.4	2814607	828.1554	93	209	260905.3	2814518	802.3953	24	239	260826.7	2814616	790.1619	47
180	260761.5	2814593	830.8588	10	210	260927.6	2814502	791.8288	23	240	260844.7	2814605	790.4961	40
181	260778.2	2814582	825.8113	11	211	260946.5	2814489	789.669	11	241	260862.7	2814592	796.0889	24
182	260796.7	2814570	822.7048	9	212	260972.6	2814472	790.6567	9	242	260881.5	2814580	801.7145	23
183	260815.9	2814557	823.8017	30	213	261018.4	2814440	801.2404	31	243	260897.3	2814569	801.8341	17
184	260832.3	2814544	830.9341	10	214	260659	2814709	743.5106	3	244	260912.9	2814559	797.2402	17
185	260851.4	2814533	838.4106	15	215	260684.4	2814691	759.8877	2	245	260929.8	2814547	790.2383	17
186	260866.1	2814522	832.1097	41	216	260711.7	2814672	777.1006	10	246	260943.9	2814537	784.9549	21
187	260880.9	2814513	818.1345	37	217	260732.4	2814659	792.2198	27	247	260959.6	2814527	781.0605	28
188	260897	2814501	805.8763	21	218	260746.4	2814649	804.0322	47	248	260977.8	2814514	779.3916	343
189	260922.6	2814484	797.9717	15	219	260763.6	2814637	818.181	20	249	260996.1	2814501	780.1305	90
190	260946.9	2814468	798.127	29	220	260780.6	2814625	813.911	10	250	260729.3	2814707	765.4738	100
191	260971.2	2814451	799.3892	17	221	260797.3	2814614	802.9364	20	251	260740.9	2814700	774.4603	13
192	260994	2814436	804.6649	63	222	260814.9	2814602	796.1082	16	252	260756.2	2814689	788.6878	53
193	261017.9	2814420	811.4722	6	223	260833.3	2814589	796.3009	21	253	260770.7	2814680	799.3387	53
194	260618.2	2814713	716.0811	20	224	260853.4	2814576	806.4423	17	254	260786.8	2814668	803.5204	10
195	260635.6	2814701	727.597	20	225	260869.6	2814565	814.2931	18	255	260802.7	2814658	798.8098	10
196	260649	2814692	737.122	80	226	260886.1	2814554	813.8793	19	256	260817.3	2814647	792.4427	13
197	260664.3	2814682	753.7509	6	227	260900.3	2814544	807.2637	22	257	260835.9	2814635	786.7451	120
198	260679.9	2814671	767.8503	200	228	260916.2	2814533	797.3346	11	258	260852.8	2814623	785.5991	47
199	260697.7	2814659	779.44	33	229	260931.6	2814523	789.6931	15	259	260871.3	2814611	787.6817	21
200	260715	2814648	789.1355	23	230	260952.3	2814509	784.4697	11	260	260889.8	2814598	790.8028	17
201	260731.5	2814636	800.3252	47	231	260973.8	2814494	783.7487	10	261	260906.1	2814588	791.2267	457
202	260749.9	2814623	817.5744	27	232	260994.9	2814479	786.0518	11	262	260925.2	2814575	788.2731	87
203	260768.5	2814611	822.3787	27	233	261015.7	2814465	790.5863	9	263	260941.6	2814564	783.8837	260
204	260805.8	2814585	806.2292	33	234	260741.9	2814675	790.9778	107	264	260958.7	2814552	779.5533	38
205	260825	2814572	810.9808	166	235	260759.2	2814663	807.2026	27	265	260977.4	2814538	776.5567	22
206	260844.9	2814559	820.3842	5	236	260776.6	2814651	813.969	20	266	261003.4	2814521	775.994	14
207	260866.1	2814544	830.1232	15	237	260790.9	2814642	805.915	7	267	261026	2814506	778.5871	9

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
268	260742.7	2814729	762.7181	27	274	260847.7	2814656	782.6891	13	280	260959.4	2814579	776.6008	2
269	260757.2	2814718	772.1605	13	275	260870.2	2814640	780.6285	7	281	260976.4	2814568	774.0435	35
270	260774.4	2814707	782.7769	20	276	260888	2814628	781.115	25	282	260997	2814553	772.3258	97
271	260792.8	2814694	790.1938	17	277	260904.6	2814617	781.8288	35	283	261015.8	2814541	772.3366	12
272	260812.6	2814680	790.3819	13	278	260926.6	2814601	781.3953	12					
273	260830.3	2814668	786.4701	17	279	260944.4	2814589	779.1374	14					

Tabla 7. Datos geoquímicos del Pb

Tabla Geoquímica Zn

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
1	260601.5	2814552.3	739.5	99	30	260661.7	2814560.2	782.0	110	59	260852.1	2814459.3	822.7	262
2	260630.9	2814531.8	760.3	96	31	260680.5	2814547.3	770.7	51	60	260869.1	2814447.3	834.4	153
3	260646.4	2814521.3	752.3	144	32	260699.9	2814534.3	765.1	97	61	260887.6	2814435.1	840.7	220
4	260662.5	2814510.2	740.2	155	33	260718.8	2814521.4	772.3	327	62	260904.6	2814423.3	836.8	450
5	260680.5	2814497.8	744.1	193	34	260734.5	2814509.9	788.0	145	63	260924.8	2814408.8	829.8	336
6	260697.6	2814486.1	753.7	60	35	260752.5	2814497.5	785.0	251	64	260939.7	2814400.0	830.3	260
7	260712.9	2814475.5	768.0	57	36	260767.1	2814485.6	779.2	97	65	260954.9	2814388.4	835.8	128
8	260728.2	2814466.0	759.2	205	37	260786.8	2814471.8	782.2	545	66	260622.7	2814640.1	741.9	48
9	260745.5	2814454.4	754.4	380	38	260805.0	2814457.9	791.4	1,061	67	260638.3	2814628.5	757.0	65
10	260763.7	2814441.6	753.4	176	39	260820.0	2814446.3	798.4	220	68	260654.8	2814617.2	776.3	43
11	260782.0	2814429.0	762.1	113	40	260837.6	2814432.8	807.8	260	69	260668.5	2814607.7	791.2	122
12	260798.5	2814417.9	772.0	125	41	260855.7	2814419.0	816.2	554	70	260685.5	2814596.7	804.5	30
13	260814.3	2814407.4	790.5	344	42	260876.8	2814403.7	826.2	263	71	260701.9	2814585.5	806.3	57
14	260829.3	2814397.1	801.5	58	43	260906.5	2814380.9	839.5	185	72	260720.1	2814572.7	797.9	227
15	260846.7	2814385.5	814.3	23	44	260591.5	2814636.4	734.9	85	73	260757.2	2814547.6	806.4	213
16	260865.0	2814373.4	820.8	68	45	260608.0	2814625.0	745.4	35	74	260769.0	2814540.2	815.8	195
17	260883.8	2814359.8	823.9	50	46	260623.6	2814614.2	758.9	33	75	260787.5	2814527.2	823.3	203
18	260777.4	2814461.6	768.3	160	47	260639.5	2814603.2	768.5	27	76	260806.6	2814513.8	818.7	600
19	260794.5	2814451.5	774.1	263	48	260655.5	2814592.4	785.4	21	77	260823.0	2814503.1	818.4	340
20	260808.8	2814443.4	786.2	45	49	260673.5	2814579.5	794.5	20	78	260841.0	2814490.7	827.7	143
21	260826.2	2814432.8	801.0	109	50	260691.4	2814567.9	787.5	163	79	260856.1	2814479.9	834.6	453
22	260843.8	2814421.8	810.4	470	51	260709.9	2814555.5	783.2	144	80	260875.0	2814467.0	839.6	205
23	260858.8	2814413.1	817.6	240	52	260729.2	2814542.5	782.3	483	81	260893.0	2814454.8	832.1	217
24	260876.4	2814401.7	825.0	132	53	260746.9	2814530.6	796.2	660	82	260910.8	2814442.4	830.2	230
25	260572.5	2814620.2	723.9	100	54	260763.7	2814518.9	806.3	120	83	260929.4	2814429.3	822.5	380
26	260590.2	2814607.4	739.7	397	55	260780.9	2814506.8	801.2	152	84	260948.8	2814417.0	827.3	220
27	260608.7	2814595.6	753.9	73	56	260799.8	2814494.7	797.7	38	85	260972.2	2814400.3	832.6	53
28	260625.4	2814584.3	762.1	73	57	260817.8	2814481.6	805.7	196	86	260625.2	2814661.1	733.7	48
29	260642.9	2814572.3	770.7	68	58	260835.6	2814469.9	814.2	297	87	260641.3	2814650.5	747.1	89

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
88	260657.2	2814639.9	761.0	61	118	260796.70	2814569.77	822.70	128	148	260972.56	2814471.55	790.66	392
89	260673.4	2814628.5	776.1	65	119	260815.87	2814556.82	823.80	177	149	261018.44	2814440.15	801.24	50
90	260693.8	2814614.9	802.8	63	120	260832.33	2814544.35	830.93	73	150	260659.03	2814708.69	743.51	148
91	260710.2	2814603.9	817.7	151	121	260851.40	2814532.61	838.41	122	151	260684.36	2814691.15	759.89	116
92	260728.0	2814591.6	814.5	157	122	260866.08	2814521.52	832.11	135	152	260711.68	2814671.91	777.10	151
93	260748.9	2814577.2	810.5	317	123	260880.93	2814512.63	818.13	140	153	260732.43	2814658.89	792.22	143
94	260767.8	2814564.9	822.2	190	124	260897.01	2814501.34	805.88	90	154	260746.36	2814648.70	804.03	197
95	260782.2	2814554.9	828.3	403	125	260922.55	2814484.05	797.97	190	155	260763.55	2814636.81	818.18	170
96	260802.0	2814541.1	829.4	185	126	260946.93	2814467.56	798.13	850	156	260780.64	2814625.17	813.91	50
97	260823.1	2814526.7	832.2	262	127	260971.16	2814450.60	799.39	143	157	260797.34	2814613.80	802.94	84
98	260840.9	2814514.6	838.9	190	128	260994.00	2814435.54	804.66	123	158	260814.90	2814602.33	796.11	63
99	260859.4	2814502.0	842.0	1,470	129	261017.94	2814419.61	811.47	29	159	260833.34	2814589.46	796.30	120
100	260878.2	2814489.0	828.9	1,190	130	260618.25	2814713.28	716.08	97	160	260853.40	2814575.75	806.44	223
101	260897.9	2814476.7	815.3	950	131	260635.63	2814701.28	727.60	53	161	260869.57	2814564.78	814.29	179
102	260918.2	2814461.9	816.7	260	132	260648.97	2814692.31	737.12	107	162	260886.14	2814553.87	813.88	307
103	260938.3	2814448.1	809.9	1,450	133	260664.34	2814681.96	753.75	57	163	260900.34	2814543.52	807.26	167
104	260961.0	2814433.5	810.9	870	134	260679.91	2814670.99	767.85	69	164	260916.24	2814532.96	797.33	193
105	260978.6	2814420.5	816.0	80	135	260697.71	2814659.27	779.44	113	165	260931.59	2814522.50	789.69	160
106	260996.0	2814409.3	820.7	25	136	260714.97	2814647.75	789.14	132	166	260952.26	2814508.63	784.47	135
107	260616.3	2814692.6	720.5	71	137	260731.55	2814636.26	800.33	203	167	260973.80	2814493.94	783.75	98
108	260632.9	2814680.6	735.5	97	138	260749.85	2814623.28	817.57	197	168	260994.92	2814479.40	786.05	95
109	260649.2	2814669.8	746.8	85	139	260768.49	2814610.65	822.38	223	169	261015.66	2814465.22	790.59	25
110	260666.5	2814657.9	760.5	122	140	260805.77	2814584.84	806.23	122	170	260741.89	2814675.01	790.98	367
111	260681.9	2814647.3	774.4	99	141	260824.96	2814571.67	810.98	670	171	260759.20	2814663.34	807.20	109
112	260696.2	2814637.9	789.0	75	142	260844.85	2814559.11	820.38	45	172	260776.58	2814651.24	813.97	122
113	260709.3	2814629.0	801.8	138	143	260866.10	2814544.09	830.12	183	173	260790.92	2814641.68	805.91	70
114	260725.2	2814618.4	815.5	232	144	260884.76	2814531.68	819.44	113	174	260807.89	2814629.98	796.01	163
115	260741.4	2814607.0	828.2	353	145	260905.25	2814517.51	802.40	177	175	260826.74	2814616.49	790.16	293
116	260761.5	2814593.1	830.9	137	146	260927.65	2814502.01	791.83	213	176	260844.72	2814604.77	790.50	480
117	260778.2	2814581.8	825.8	37	147	260946.51	2814489.20	789.67	133	177	260862.66	2814592.25	796.09	161

N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm	N	X	Y	Z	ppm
178	260881.46	2814579.62	801.71	177	192	260817.28	2814646.79	792.44	183	206	260774.39	2814706.77	782.78	23					
179	260897.26	2814568.93	801.83	180	193	260835.93	2814634.84	786.75	250	207	260792.81	2814693.77	790.19	247					
180	260912.93	2814558.56	797.24	157	194	260852.76	2814622.95	785.60	327	208	260812.55	2814680.18	790.38	130					
181	260929.75	2814546.63	790.24	336	195	260871.33	2814611.09	787.68	229	209	260830.33	2814667.93	786.47	177					
182	260943.93	2814536.90	784.95	172	196	260889.78	2814598.40	790.80	190	210	260847.69	2814655.86	782.69	700					
183	260959.61	2814526.83	781.06	112	197	260906.10	2814587.69	791.23	104	211	260870.15	2814640.45	780.63	217					
184	260977.79	2814513.94	779.39	243	198	260925.22	2814574.61	788.27	48	212	260887.99	2814628.23	781.11	156					
185	260996.14	2814501.50	780.13	97	199	260941.59	2814563.71	783.88	550	213	260904.62	2814617.08	781.83	270					
186	260729.26	2814707.47	765.47	123	200	260958.67	2814551.86	779.55	330	214	260926.58	2814601.46	781.40	130					
187	260740.87	2814699.67	774.46	107	201	260977.36	2814538.47	776.56	145	215	260944.44	2814589.32	779.14	97					
188	260756.23	2814689.25	788.69	103	202	261003.36	2814521.18	775.99	15	216	260959.39	2814579.48	776.60	15					
189	260770.68	2814679.56	799.34	80	203	261025.96	2814505.73	778.59	130	217	260976.45	2814567.58	774.04	154					
190	260786.78	2814668.24	803.52	90	204	260742.67	2814728.94	762.72	167	218	260996.96	2814553.20	772.33	107					
191	260802.74	2814657.69	798.81	103	205	260757.24	2814718.33	772.16	97	219	261015.77	2814541.09	772.34	158					

Tabla 8. Datos geoquímicos del Zn

## Estimación de recursos del proyecto de Los Chicharrones

El método que se utilizó para el cálculo de reserva fue el estimador de distancia inversa básico hace una estimación por un promedio de muestras cercanas ponderadas por su distancia al punto de estimación. Cuanto más lejos se encuentre un punto de datos de la ubicación de estimación, menos será relevante para la estimación y se utilizará un peso menor al calcular la media ponderada.

Precio Molibdeno 24325 USD/Tn -31 de agosto del 2018

Tabla 9. Calculo de reservas mineral del prospecto "Los chicharrones"

Approx. Mean						
Interval %	Interval Volume	Value %	Units	Toneladas de mineral	Toneladas de Mo	Valor USD
< 0.01	6920161.364	0.01	69,201.61	17,300,403.41	1,730.04	42,083,231.29
0.01-0.05	56201.04664	0.03	1,686.03	140,502.62	42.15	1,025,317.84
0.05-0.1	14029.19442	0.075	1,052.19	35,072.99	26.30	639,862.79
0.1-0.15	14573.78306	0.125	1,821.72	36,434.46	45.54	1,107,835.23
0.15-0.2	10110.38822	0.175	1,769.32	25,275.97	44.23	1,075,966.47
> 0.2	6041.86298	0.2	1,208.37	15,104.66	30.21	734,841.58
			-----			
			Approx. Total:	17,552,794.10	1,918.48	46,667,055.21

Los valores de interés son 0.01-0.05%, 0.05-0.1%, 0.1-0.2% y > 0.2% teniendo un valor económico total de 4,583,823.92 USD