

CERTIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN BASE PARA LA EVALUACIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICOS

Agosto 2015

Waldo Cuadra C.
Geólogo

AGENDA

1. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO
2. PROGRAMA DE ACTIVIDADES
3. ANTECEDENTES DE LA INFORMACIÓN DE CADA YACIMIENTO
4. GENERALIDADES
5. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS Y DE GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA
6. INFORMACIÓN BASE DE LA EVALUACIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICOS
7. MODELADO Y SECCIONES GEOLÓGICAS

1.- OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO

COMPAÑÍA MINERA DEL PACÍFICO

CAP Minería, Compañía Minera del Pacífico (CMP S.A.)

- ◆ Pertenece a Compañía de Acero del Pacífico. Es una de las pocas compañías mineras chilenas listadas en la Bolsa de Comercio de Santiago.
- ◆ Esta compañía ha informado recursos/reservas de sus activos mineros con información basada en su propio conocimiento, en su actividad minera y en la producción de concentrados de mineral de hierro, mantenida desde hace al menos 25 años.

Información pública

- ◆ A partir de la nueva legislación, CAP Minería está en un programa para certificar sus recursos y reservas mineras .
- ◆ El propósito es entregar a los organismos públicos correspondientes información fidedigna que pueda ser analizada por instituciones públicas y privadas interesadas en el tema.
- ◆ Esta información se entregada a través de la memoria anual de la compañía.

Certificación de la información

- ◆ La Unidad de Geología de CMP ha llevado a cabo el proceso de certificación de la información que ha servido de base para la estimación de los recursos geológicos de sus activos mineros.
- ◆ En este proceso esta Unidad solicitó al suscrito, Persona Competente, la realización de un programa de certificación de la Información base de una serie de activos mineros. Cinco de ellos entregados y seis pendientes por entregar.



Vista de sur a norte rajo Mina Los Colorados



Vista panorámica del área Alcaparra D desde plataforma de sondaje.

1.- OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO

OBJETIVOS REQUERIDOS POR CMP

- Certificar la información base que será eventualmente utilizada para la Estimación de Recursos Mineros en los siguientes yacimientos de hierro:
 - Cerro Negro Norte
 - Tofo Norte
 - Los Colorados
 - Alcaparra A
 - Alcaparra D
 - Además de otros 6 depósitos cuyos informes están en preparación
- Indicar, corregir, mejorar y recomendar acciones, en caso de que la información base no cumpla con los requerimientos mínimos aceptados.
- Generar y/o desarrollar lo necesario, en conjunto con profesionales de la Unidad de Geología de CAP Minería, para cumplir con los objetivos generales y específicos.

1.- OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO

ALCANCES

- Los informes de certificación preparados y en preparación consideran que a la fecha de esta preparación, el estado del conocimiento y de la información base que se certifica debe ser coherente con lo requerido para esta etapa de desarrollo.
- Que nuevas etapas de desarrollo de cada proyecto requerirán de información adicional y de nuevos informes.
- No es objeto de los informes de certificación de la Información Base, cuestionar la estimación de recursos en sí, materia que es motivo de informes específicos, a ser realizados por especialistas calificados en dichas materias.
- Finalmente, cada uno de los informes no cuestionan la inversión realizada hasta ahora en el proyecto.

1.- OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO

EL VALOR DEL DATO

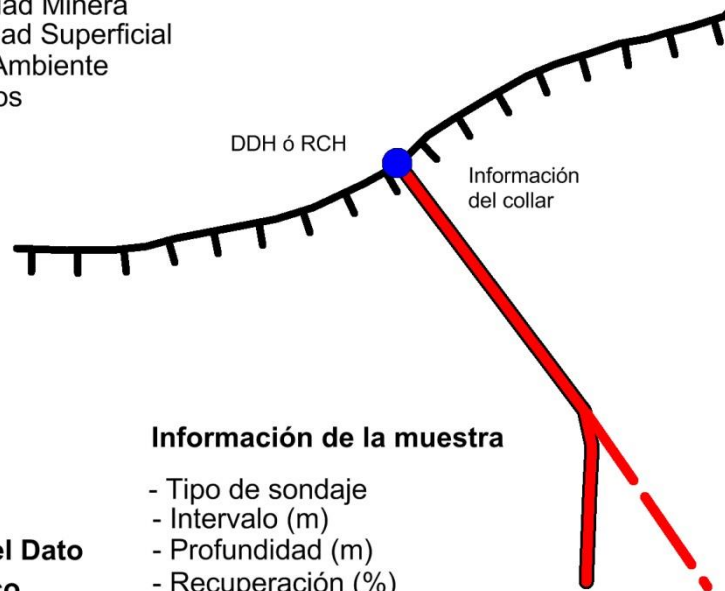
Perfil Geológico Teórico

Información Externa

- Propiedad Minera
- Propiedad Superficial
- Medio Ambiente
- Permisos

Información del Sondaje

- Información Topográfica
- Coordenadas UTM
- Elevación
- Inclinación / Azimut
- Desviación del sondaje



El Valor del Dato Geológico

Información de la muestra

- Tipo de sondaje
- Intervalo (m)
- Profundidad (m)
- Recuperación (%)
- Geotécnia
- Peso específico (densidad)
- Qa/Qc
- Laboratorios de análisis químico
- Pruebas específicas

Información Geológica

- Modelo Geológico
- Litología
- Alteración
- Mineralización
- Estructuras
- Geofísica
- Geoquímica
- Modelo Geológico de Yacimiento

Resguardo de la muestra / información

2.- PROGRAMA DE ACTIVIDADES

PROGRAMA DESARROLLADO

- CAP Minería solicitó al suscrito la preparación de un informe para CNN (Agosto, 2012).
- Luego, se agregó a éste, la preparación de informes de certificación para Los Colorados y Tofo Norte (2013).
- Luego, y bajo un nuevo contrato, se solicitó la confección de informes para 8 activos mineros adicionales. Proceso en desarrollo. Solo se terminó con los yacimientos Alcaparra A y D.
- Para cada uno de los yacimientos las actividades son las siguientes:
 - Trabajo de terreno:
 - Visita a los yacimientos (junto con personal de la Unidad de Geología). Esto incluyó la revisión de:
 - Geología de cada yacimiento.
 - Revisión de los laboratorios químicos.
 - Bodegas de almacenaje de muestras , cutting, testigos de sondajes y de la información técnica.
 - Trabajo de oficina:
 - Revisión de todos los informes disponibles de cada proyecto/prospecto.
 - Preparación de borradores de cada informe Revisión por la Unidad de Geología.

2.- PROGRAMA DE ACTIVIDADES

EQUIPO DE TRABAJO

- Equipo inicial (informes de CNN, Los Colorados y Tofo Norte):
 - **Waldo Cuadra C.-** Geólogo y persona competente (N° de registro 49). Más de 35 años de experiencia en minería, en especial, exploración de yacimientos metálicos.
 - **Javier Rojas G-L.-** Geólogo con más de 20 años de experiencia en minería, especial, exploración de yacimientos metálicos.
 - **William Palma A. .-** Geomensor y experto en sistemas GIS.
- Para la preparación de los 8 informes,el suscrito se apoyó en SEGG Ltda. (Servicios de Evaluación , Geología y Gestión Ltda.). En forma permanente se ha contado con:
 - **Carlos Johnson N. .-** Geólogo con más de 35 años de experiencia profesional, en especial en la industria del petróleo.
 - **Sonia Capuccino.-** Geóloga con más de 20 años de experiencia profesional, en especial en administración de datos para minería y exploración minera.
 - **Marco Arenas C.-** Antropólogo, con gran experiencia en temas de la historia de la minería.
 - **Santiago Medina .-** Geomensor y experto en sistemas GIS.

3.- ANTECEDENTES DE LA INFORMACIÓN DE CADA YACIMIENTO

INFORMES REVISADOS

- El número de informes revisados por los primeros 5 proyectos/prospectos es de 399

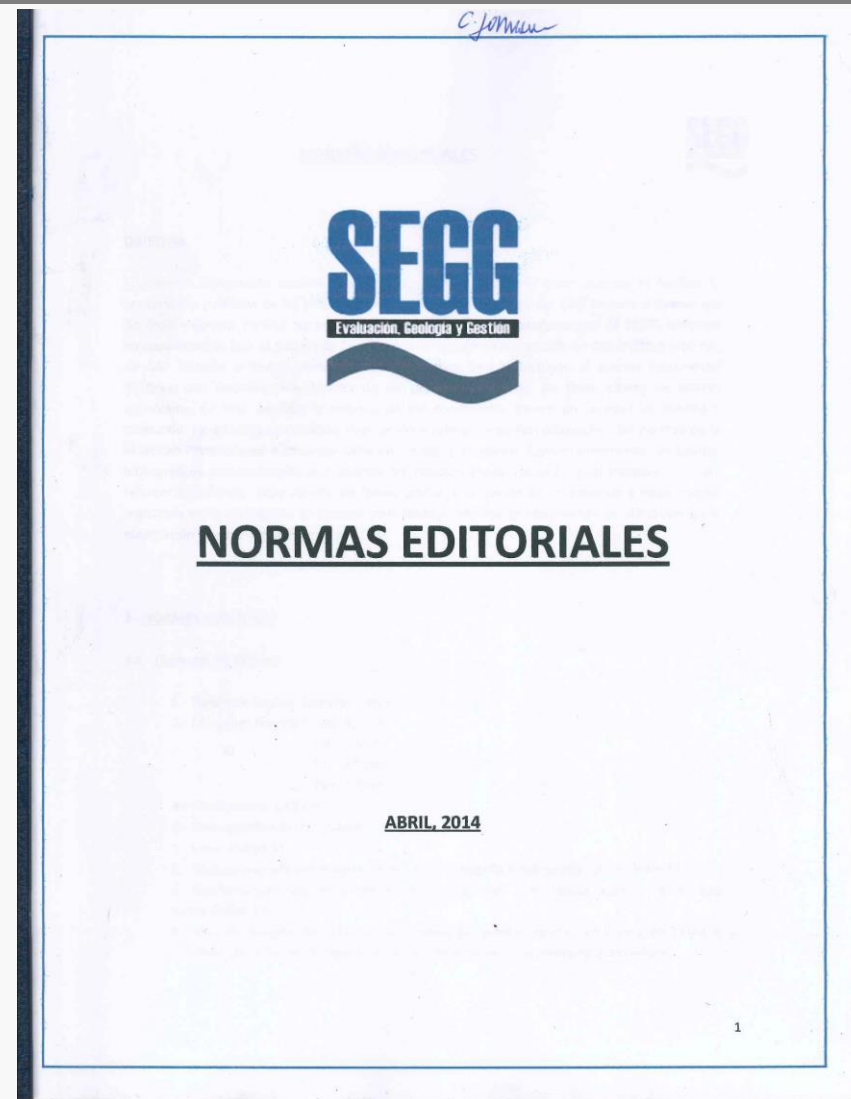
		PROYECTOS/PROSPECTOS				
		CNN	LOS COLORADOS	TOFO NORTE	ALCAPARRA A	ALCAPARRA D
GENERAL	Comercial	4	1	6		
	Servidumbres y P.Minera	2				
	Miscelaneos			8	4	
GEOLOGÍA	General	5	5	39	3	9
	Geoquímica	11	8	9		
	Geofísica	3	9	19	2	6
	Geoquímica Cobre/oro	4				
	Sondajes	12	6	1	25	3
	Modelado del yacimiento	16	32			
	Petrografía		8			
	Geotecnia		15			
DESARROLLO	Topografía	10	3			
	Estimación de recursos	30	8			
	Metalurgia	17	14			
	Financiero	8				
	Perfil del negocio	25				
	Agua	3	3			
	Energía	1				
	Puerto	2				
TOTAL		153	112	82	34	18
Incluye Informes de Alcaparra C					4	4

3.- ANTECEDENTES DE LA INFORMACIÓN DE CADA YACIMIENTO

INFORMES REVISADOS

INFORME	N° de BORRADORES	N° Páginas Informe final
Cerro Negro Norte (CNN)	8	153
Los Colorados	6	145 (*)
Tofo Norte	5	141 (*)
Alcaparra D	4	120 (*)
Alcaparra A	4	100 (*)

(*) :- Más apéndices



4 GENERALIDADES

UBICACIÓN Y ACCESOS

- ◆ Los proyectos y prospectos objeto de este programa de Certificación de su Información Base están ubicados en la costa de las regiones de Atacama y Coquimbo.
- ◆ Están en la franja Ferrífera Cretácica de Chile que se caracteriza por hospedar los yacimientos de hierro más importantes del país.
- ◆ Ésta es una franja longitudinal que se extiende por más de 600 km (entre 26° y 32° Lat. S.)
- ◆ Toda la zona es accesible por la carretera Panamerica Norte. Desde ella hay buenos accesos por tierra a los proyectos
- ◆ Esta zona cuenta además con excelente infraestructura: Electricidad, ciudades cercanas con servicios básicos y disponibilidad de mano de obra .



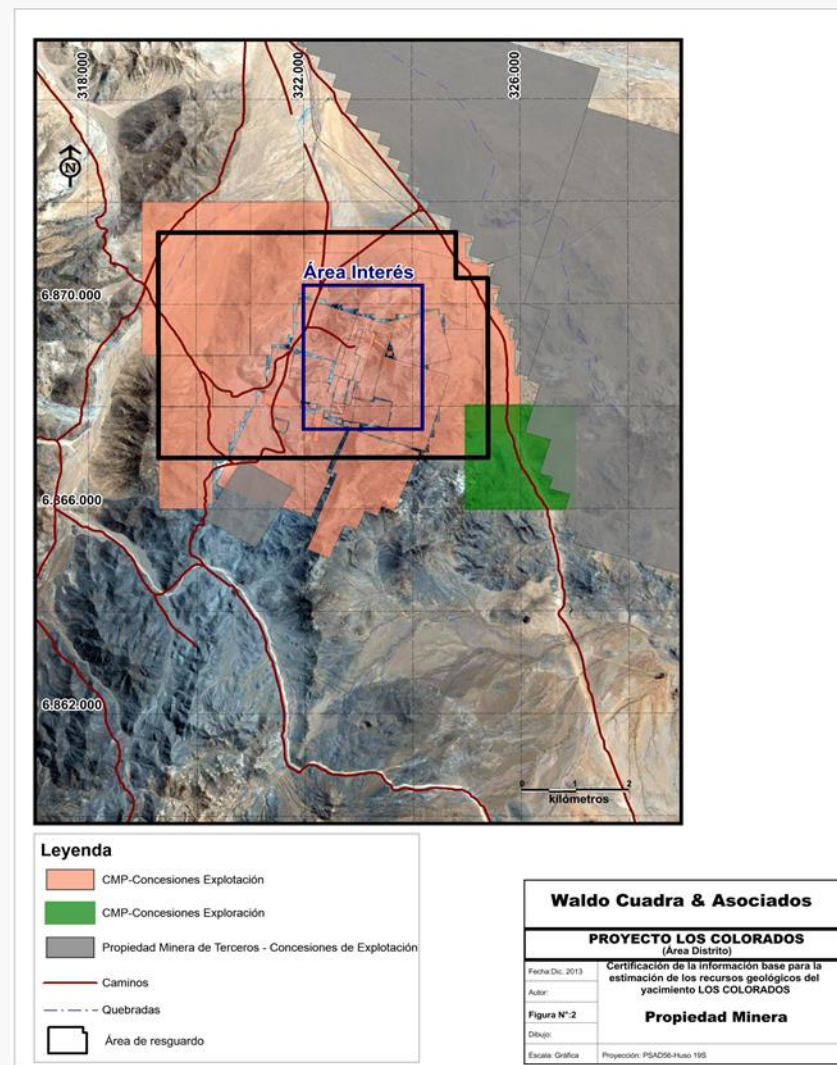
SEGG Evaluación, Geología y Gestión	
PROYECTOS	
Fecha: Ago. 2015	Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos de los proyectos
Autor:	
Figura	Mapa de Ubicación
Dibujo: S. Medina	
Escala: Gráfica	Proyección: PEAD66-Huso 19S

4 GENERALIDADES

PROPIEDAD MINERA

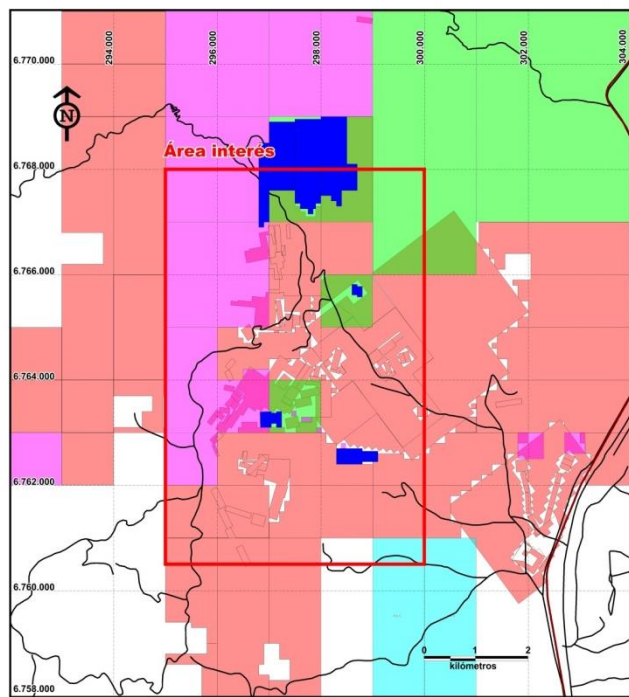
- ◆ Según los antecedentes revisados, la propiedad minera que ampara al yacimiento no presenta objeciones, ya que son concesiones de explotación constituidas.
- ◆ En general, la propiedad minera de los proyectos de CMP se encuentra amparada adecuadamente por propiedades constituidas.
- ◆ En algunos casos, existen propiedades de terceros, pero que están ubicadas en la periferia de las zonas de interés de cada proyecto.

Comentario de los autores: Se ha recomendado a la compañía un mayor involucramiento en la gestión de la Unidad de Geología con el control de la Propiedad Minera.



4 GENERALIDADES

PROPIEDAD MINERA



Leyenda

Propiedad Minera CMP

- Pedimentos
- Solicitud de Mensura
- Concesión de Exploración
- Concesión de Explotación

- Propiedades Terceros

Leyenda

- Caminos
- Ruta 5

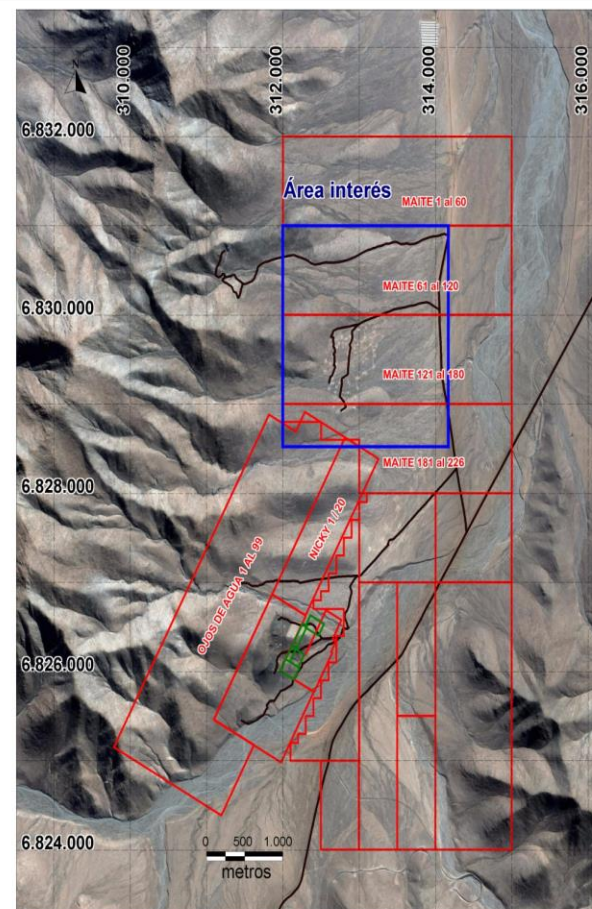
Waldo Cuadra & Asociados

PROYECTO TOFO NORTE

(Área Distrito)

Fecha: Oct. 2013
 Autor: Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos del yacimiento TOFO NORTE
 Figura N°2
 Dibujo:
 Escala: Gráfica Proyección: PSAD56-Huso 195

PRELIMINAR Propiedad Minera



Leyenda

Propiedad Minera de CMP

- Concesión de Explotación

Propiedad Minera de Terceros

- Concesión de Exploración

- Caminos



Evaluación, Geología y Gestión

YACIMIENTO ALCAPARRA D

(Área Distrito)

Fecha: Abril 2014
 Autor: Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos del yacimiento ALCAPARRA D

Figura N°2

Propiedad Minera

Dibujo: S. Medina Fuente: Información entregada por CMP
 Escala: Gráfica Proyección: PSAD56-Huso 195

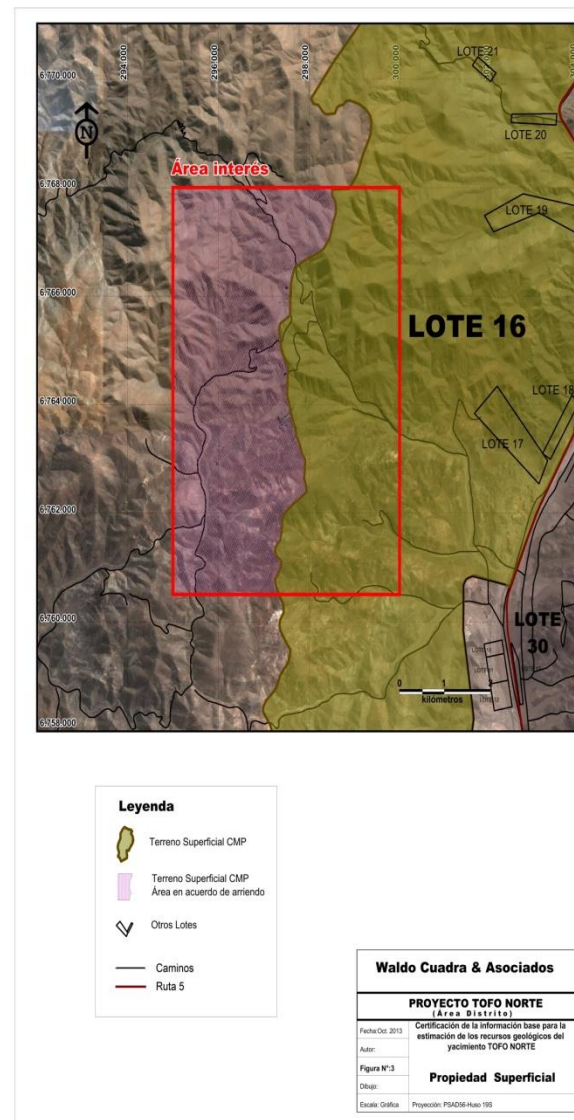
4 GENERALIDADES

PROPIEDAD SUPERFICIAL

- ◆ Los antecedentes revisados permiten establecer que en los proyectos /prospectos de la compañía CMP controla vía propiedad o bien en arriendo los terrenos superficiales .
- ◆ En el caso de Tofo Norte esta situación es 50% propiedad de la compañía y un 50 % en arriendo.
- ◆ Para el grupo Alcaparras (A y D) existe una superposición de propiedad superficial entre Estancia Higuera de Las Minillas (CMP) y Estancia Maintencillo (propiedad de terceros), bajo negociación. No ha habido conflictos hasta el momento.

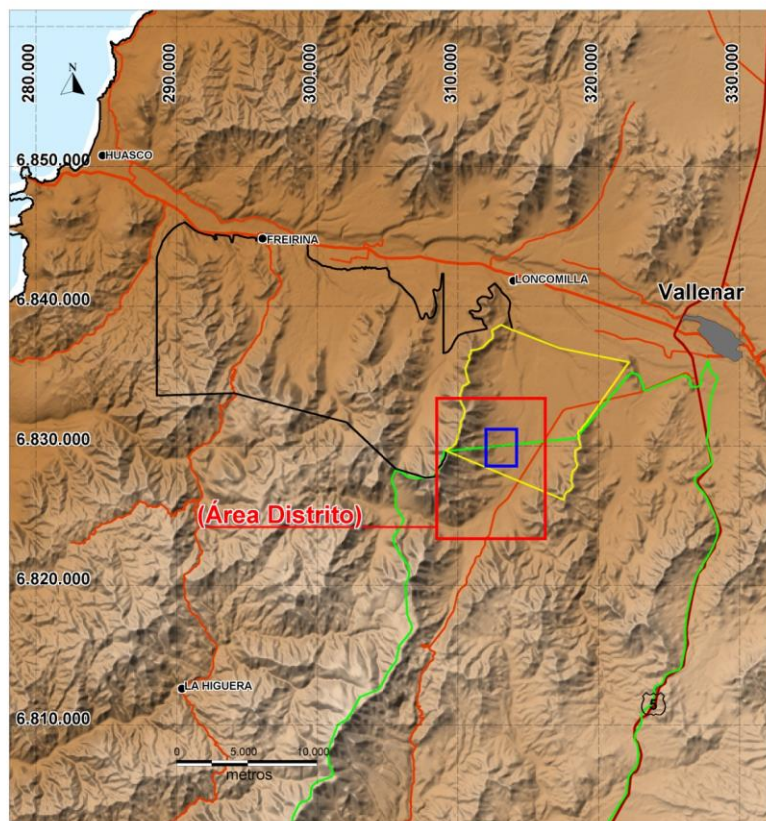
Comentario de los autores:- Se ha recomendado en casos de arriendo desarrollar los esfuerzos necesarios para asegurar la propiedad superficial.

Si bien en las superposiciones de la propiedad superficial no ha habido conflicto alguno entre las partes, éste debe ser resuelto antes de pasar a una siguiente etapa de desarrollo del proyecto.



4 GENERALIDADES

PROPIEDAD SUPERFICIAL



Leyenda

Propiedad Superficial de CMP

Estancia Higuera de las Minillas. Área interés

Propiedad Superficial de Terceros

Estancia Maitencillo.

Estancia La Totorá.

Área interés

Caminos



Evaluación, Geología y Gestión

YACIMIENTO ALCAPARRA D

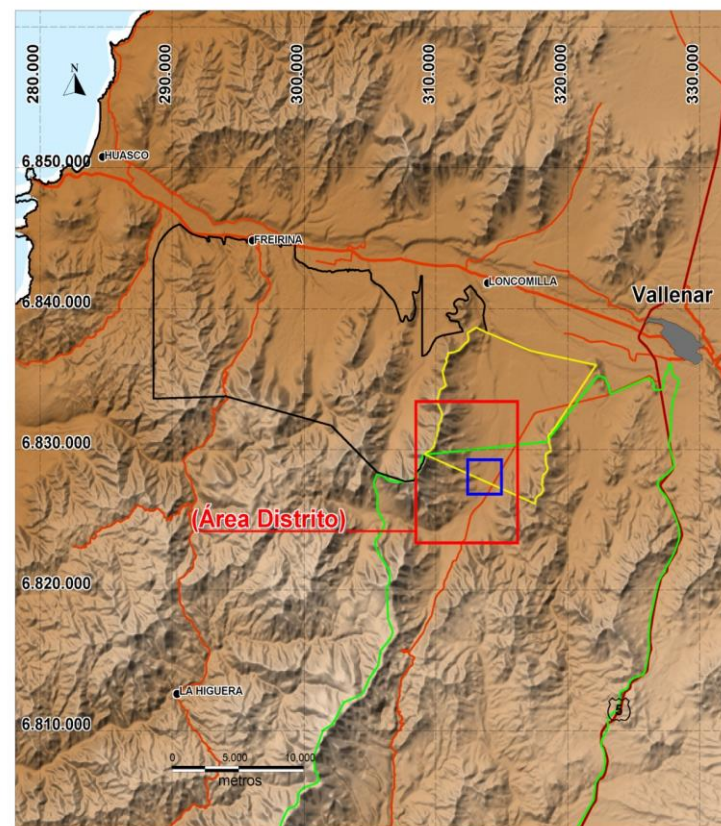
Fecha: Abril 2014
 Autor:
 Figura N°3
 Dibujo: S Medina
 Escala: Gráfica

Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos del yacimiento ALCAPARRA D

Fuente: Información entregada por CMP

Propiedad Superficial

Proyección: PSAD56-Huso 196



Leyenda

Propiedad Superficial de CMP

Estancia Higuera de las Minillas. Área interés

Propiedad Superficial de Terceros

Estancia Maitencillo.

Estancia La Totorá.

Área interés

Caminos



Evaluación, Geología y Gestión

YACIMIENTO ALCAPARRA A

Fecha: Abril 2014
 Autor:
 Figura N°3
 Dibujo: S Medina
 Escala: Gráfica

Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos del yacimiento ALCAPARRA A

Fuente: Información entregada por CMP

Propiedad Superficial

Proyección: PSAD56-Huso 196

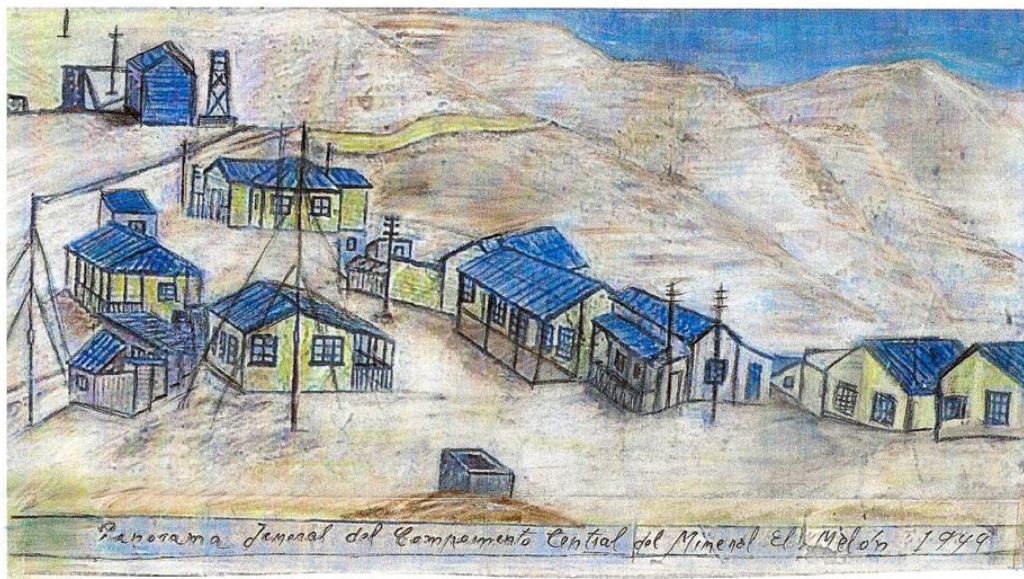
4 GENERALIDADES

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La revisión de todos los informes disponibles de los 11 proyectos y prospectos ha permitido conformar un detallado cuadro de la historia de la minería del hierro.

En el cuadro adjunto se entrega un resumen de la historia del desarrollo del proyecto Tofo

Panorama general del campamento central del mineral El Melón, 1949 (acuarela y lápiz, autor desconocido)



HITOS DESARROLLO HISTÓRICO DISTRITO PLEITO - PROYECTO TOFO		
AÑO	ANTECEDENTE	REFERENCIA
1913	Reconocimiento de los afloramientos ferríferos de El Pleito.	Vattier, 2012 (1913)
1924	Explotación de la mina de cobre El Pleito.	Risopatrón, 1924
1940-1950	Explotación de minas de apatita sector El Melón.	Aguirre, 1991a
1954	Ingreso al distrito de Compañía Minera Santa Fe.	CAP, 1975; CAP, 2011
1960-1961	Levantamiento aeromagnético regional. (Bethlehem Chile Iron Mines Company)	CAP, 1975
1975-1976	Definición del yacimiento Pleito. Geología y magnetometría.	CAP, 1976
1979	Geología Bronce Sur, La Falda y Las Parrillas.	Elgueta, 1979
1979	Geología y evaluación de los Recursos Probables del Distrito Ferrífero Pleito.	Saldías, 1979
1991	Definición de geología distrital. Estudio geoquímico y de anomalías magnéticas.	Travisany, 1991
1995	Evaluación de Las Berenguelas-Pleito	Riveros, 1995a
1979	Geología La Falda-Bronce Sur.	Aguirre, 1999
2000	Avance geología Bronce Sur.	Aguirre, 2000
2006	Evaluación y síntesis geológica de las minas Falda, Pleito Sur, Bronce Sur, La Cuarta y Berenguela.	Villagrán y Yáñez, 2006
2006-2007	Geología para producir granzas sectores Falda y Bronce Sur.	Yáñez, 2007a y b
2009	Proyecto Pleito. Estimación de recursos geológicos.	Alcalde, Puga, 2009 Fortin 2009a y b
2011	Proyecto Tofo. Definición de un horizonte de producción por 20 años de pellet feed	CAP, 2011
2012	Geología y mineralogía sector Pleito Central.	Fortin, 2012; Alarcón 2012; CAP, 2012

4 GENERALIDADES

STATUS DE CADA PROYECTO

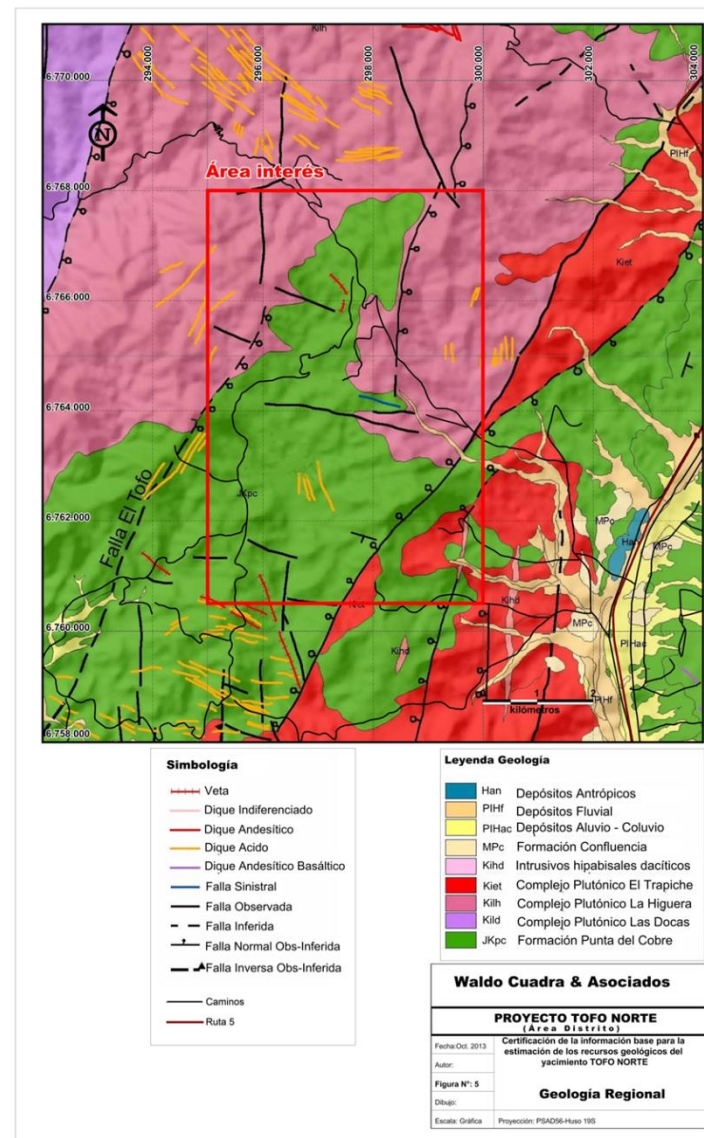
LA CONVERSIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS



5 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS , GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA

GEOLOGÍA

- ◆ Se ha revisado la información geológica de todos los proyectos y prospectos objetos de este informe .
- ◆ La información geológica está organizada en 3 categorías:
 - Regional
 - Local (incluyendo geología estructural y económica)
 - Sondajes
- ◆ Esta geología se enmarca en general, con la excepción del proyecto El Laco (región de Antofagasta), como parte de la Franja Ferrífera Cretácica de Chile (600 km NS) que se caracteriza por contener los yacimientos de hierro más importantes del país.
- ◆ Ésta coincide con la posición de una faja de intrusivos del Aptiano - Albiano (127-110 Ma; Cretácico Inferior alto) y con la posición de la Zona de Falla de Atacama
- ◆ Los depósitos de magnetita se encuentran hospedados principalmente por rocas volcánicas correspondientes a la formación Punta del Cobre en la vecindad de cuerpos intrusivos.



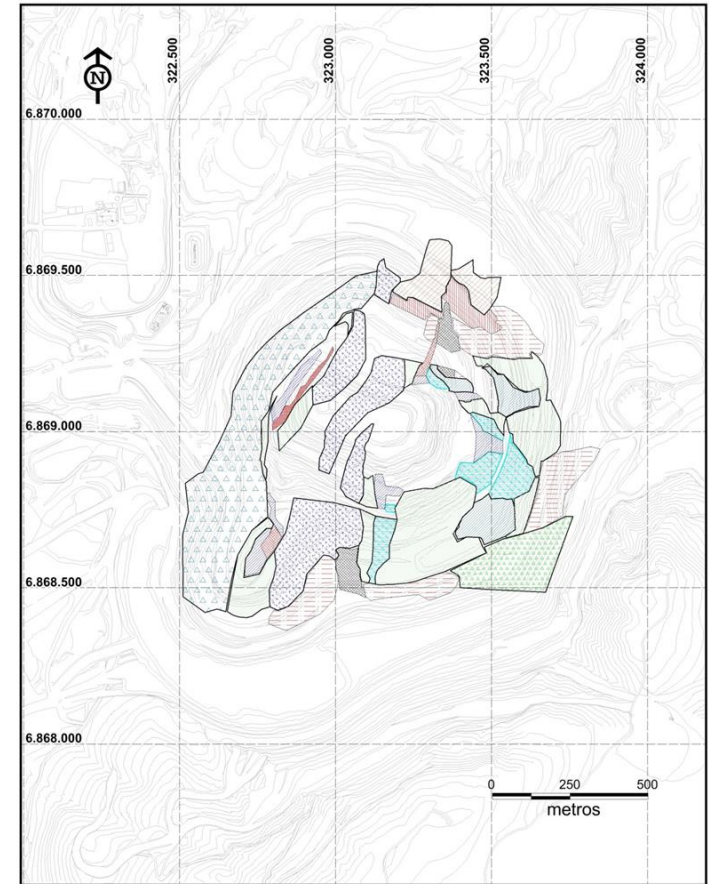
5 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS , GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA

GEOLOGÍA

- Mapa geológico del área del rajo del proyecto Los Colorados.



Vista de sur a norte rajo Mina Los Colorados



LITOLOGÍA		
	Andesitas	
	Andesita Parda Rojiza	
	Brecha Hidrotermal	
	Brecha	
	Diseminado	
	Macizo	
TEXTURAS		
	Brecha	
	Diseminado	Curvas de nivel
	Macizo	
TOPONIMIA		
		Curvas de nivel

Waldo Cuadra & Asociados

PROYECTO LOS COLORADOS
(Área de interés)

Fecha: Dic. 2013

Autor:

Figura N°:5

Dibujó:

Escala: Gráfica

Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos del yacimiento LOS COLORADOS

Geología local

Proyección: PSAD56-Huso 19S

5 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS , GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA

GEOFÍSICA

Según la mena de estos yacimientos se han realizado diferentes levantamientos: magnetometría, tanto aérea como terrestre, además de estudios gravimétricos y de radiometría.

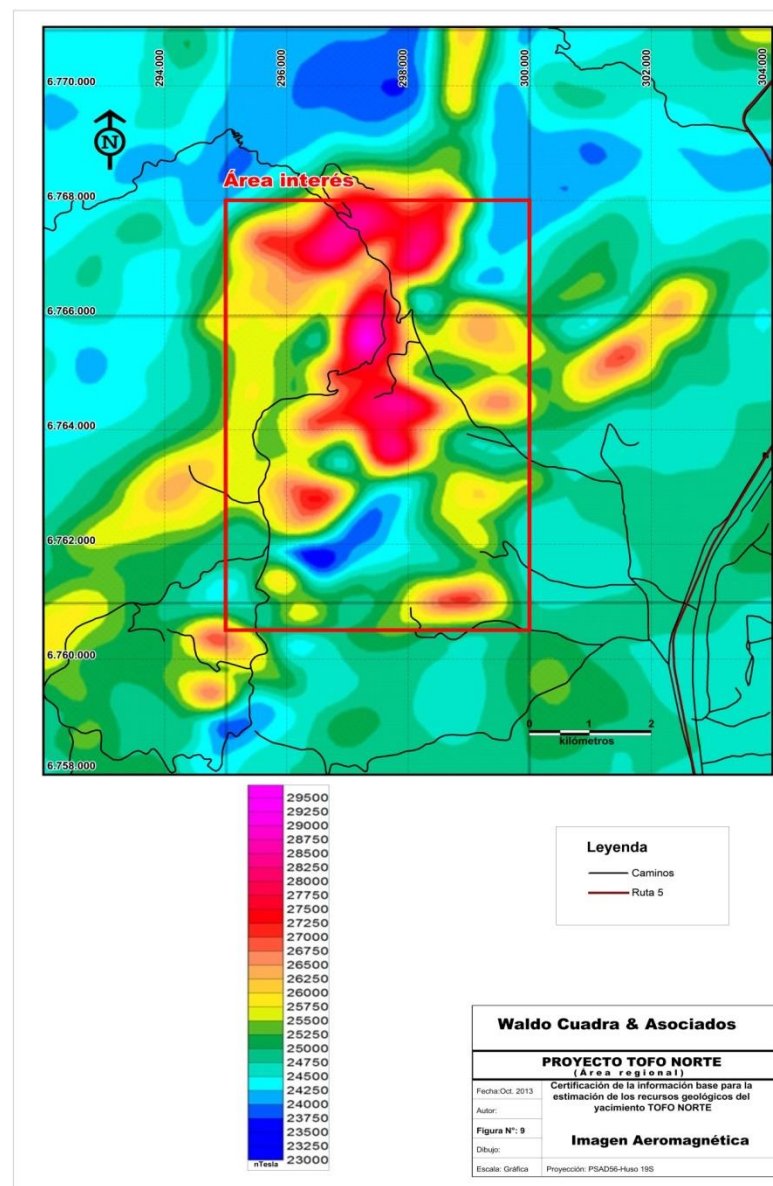
Algunos de los trabajos realizados fueron:

Los Colorados

- 1940.- Primer trabajo de magnetometría terrestre.
- 1960-1961.- Levantamiento aeromagnético del área
- 1971.- El grupo de geofísica de Compañía Minera Santa Fe (CMSF) realizó un levantamiento magnético de detalle y en 1974 mejoró la densidad de datos con un nuevo levantamiento.
- 1976 (CAP) realizó primer estudio gravimétrico
- 1991.- Estudio radiométrico 2008 (CAP) encargó a GEODATOS estudios de gravimetría y magnetometría

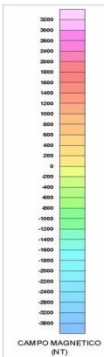
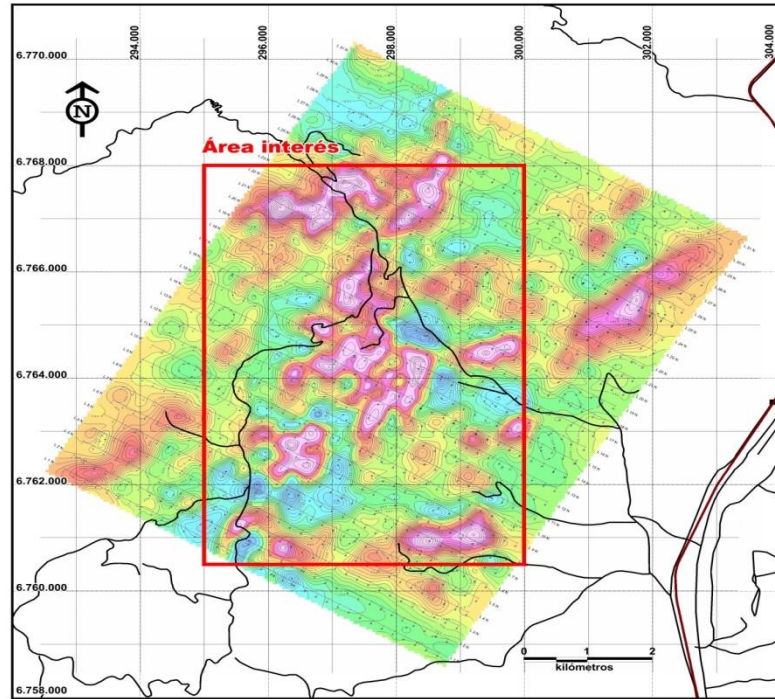
Tofo Norte

- 1960.- Levantamiento aeromagnetométrico regional hecho por Bethlehem
- 1974.- CMSF encargó a Geoexploraciones /IIG levantamiento aeromagnetométrico del área
- 1975.- Levantamiento magnético terrestre
- 1991-1992.- se realizó levantamiento gravimétrico
- 1995.- Geoexploraciones realizó estudio de IP
- 2004.- CMP pidió a Geodatos un estudio geofísico distrital
- 2009.- Levantamiento radiométrico del sector



5 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS , GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA

GEOFÍSICA



Leyenda

- Caminos
- Ruta 5

Waldo Cuadra & Asociados

PROYECTO TOFO NORTE (Área Distrito)

Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos del yacimiento TOFO NORTE

Fecha: Oct. 2013

Autor:

Figura N°: 7

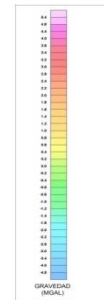
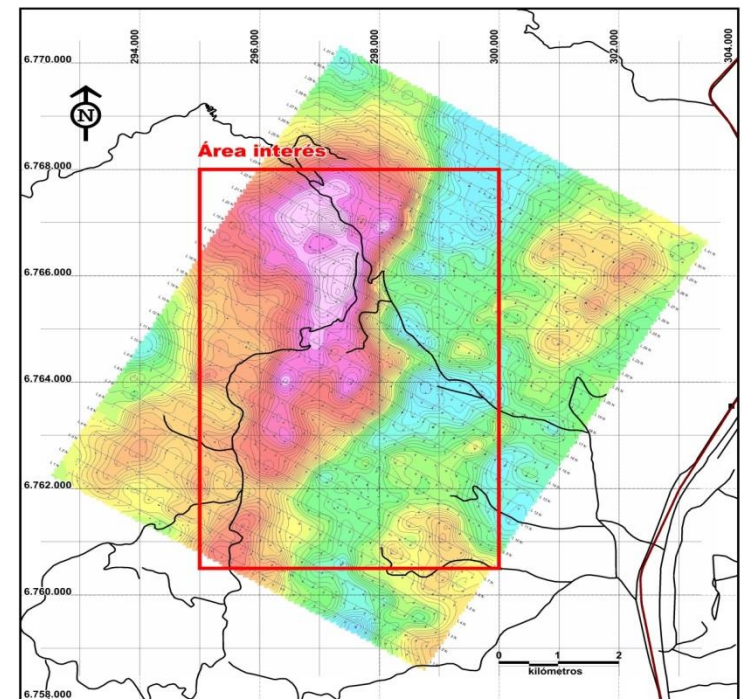
Dibujó:

Escala: Gráfica

Magnetometría Terrestre

Fuente: Geodatos 26-Julio-2004 - (DPL-142)

Proyección: PSAD56-Huaso 19S



Leyenda

- Caminos
- Ruta 5

Waldo Cuadra & Asociados

PROYECTO TOFO NORTE (Área Distrito)

Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos del yacimiento TOFO NORTE

Fecha: Oct. 2013

Autor:

Figura N°: 8

Dibujó:

Escala: Gráfica

Gravimetría Terrestre

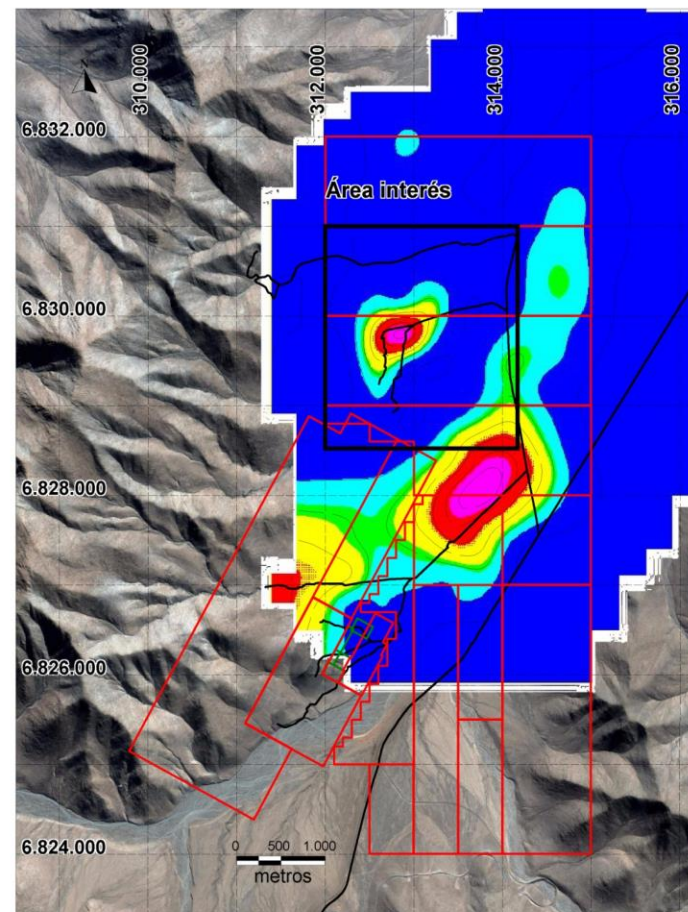
Fuente: Geodatos 26-Julio-2004 - (DPL-142)

Proyección: PSAD56-Huaso 19S

5 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS , GEOFÍSICA Y GEOQUÍMICA

GEOFÍSICA

- Un levantamiento aeromagnético regional realizado en 1961 por Philadelphia Aero Service permitió la identificación de tres grupos de anomalías magnéticas : Añañuca (en la actualidad Imán), Alcaparra y Amancay
- Las anomalías del grupo Alcaparra fueron las que presentaron mayores contrastes de susceptibilidad magnética.
- A partir de estos trabajos se desarrolló una serie de trabajos
- Que en forma esporádica permitieron la definición de los depósitos Alcaparra a y D



Leyenda

- Área interés
- Concesión de Explotación de CMP
- Concesión de Explotación de Terceros
- Curvas de nivel
- Caminos

SEGG Evaluación, Geología y Gestión

YACIMIENTO ALCAPARRA D (Área Distrito)

Fecha: Abril, 2014
Autor:

Figura N°7

Dibujo: S. Medina

Escala: Gráfica

Magnetometría

Fuente: Geoelectricaciones S.A.

Proyección: PSAD56-Huso 19S

6.- INFORMACIÓN BASE

TOPOGRAFÍA

- ◆ En cada proyecto/prospecto ha habido diferentes levantamientos topográficos conforme a su historia y a sus particularidades. La información ha ido siendo mejorada paulatinamente con la implementación de nuevas técnicas. Por ejemplo:

Para Tofo Norte

En 2012 se realizó un levantamiento topográfico y fotogramétrico cuyo objetivo fue: Obtención de Cartografía escala 1:1.000 del área indicada. Captura de fotografías aéreas métricas en forma simultánea.

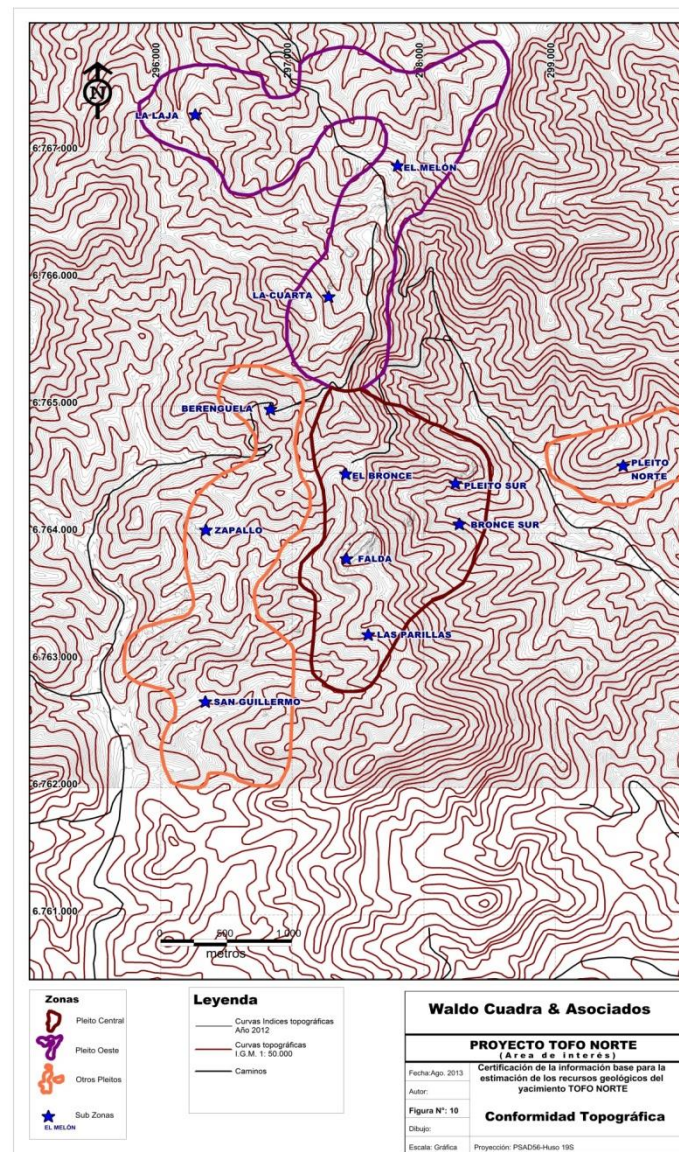
Para Los Colorados

El desarrollo y levantamiento topográfico de mina Los Colorados es realizado rutinariamente por una empresa privada. Éstos se realizan semanalmente, consolidando mensualmente la topografía del yacimiento - mina.

Para Alcaparras

En el año 2009 se llevó a cabo un estudio gravimétrico terrestre en esta zona y como consecuencia se efectuó un levantamiento topográfico.

COMENTARIOS DE LOS AUTORES .- En algunos casos se hicieron recomendaciones para evitar corrimientos de coordenadas, además de que cada Unidad de Geología de CMP tenga acceso expedito a información generada por otras unidades, como es topografía.



6.- INFORMACIÓN BASE

SONDAJES Desviación

- **LOS COLORADOS.-** Campañas de perforación desde 1976 a 2010. Total: 507 sondeos y 107.037 metros perforados.
- Los trabajos de medición de desviación de sondeos se iniciaron en 2007
- Los valores de desviación máximos registrados son del orden de los 21°, siendo la media de 4,1°

CAMPAÑAS	N° DE SONDAJES	N° DE SONDAJES	TIPO DE SONDAJES (N°)		METROS PERFORADOS	METROS MEDIDOS	DESVIACION MEDIDA	
			SONDAJES MIXTOS (SDH Y DDH)	SDH			DDH	SI
SERIE 1000-1100	183			183	26.449,00			183
1992-1993	85	77	0	8	34.485,75			85
1997	21		21		3.262,00			21
2001	32		32		4.136,00			32
2003	28		28		4.146,00			28
2005	31		31		5.577,00			31
2007	43		12	31	14.982,00	568,00	2	41
2010	84		84		24.000,00	22.136,00	80	4
TOTAL	507	77	391	39	117.037,75	22.704,00	82	425

Resumen de sondeos con medidas de desviación en las diferentes

CAMPAÑA SONDAJES	Metodo	Metros Sondeados	Numero de Sondajes	Metros medidos	Desviacion Medida	
					Si	No
1975	SDH	3144	19	--	--	19
1977	SDH	2070,5	10	--	--	10
2003	DDH	531	2	--	--	2
2005	DDH	1148,45	6	--	--	6
2006	DDH	4543,4	28	--	--	28
2007	DDH	3322,15	15	151	1	14
2008	DDH	18704,65	66	985	4	62
2009	DDH-AR	4647,7	22	580	3	19
2010	DDH-AR	20401,65	67	8743,8	38	29
2011	DDH-AR	45417,8	116	29478,2	72	44
2012	DDH-AR	90742,37	195	66728,16	141	54
TOTAL		194.673,7	546	106.666,2	259	287

- **EL TOFO**
- De los 556 sondeos disponibles, un 52,6 % (287 sondeos) cuenta con mediciones de desviación.
- Del total de metros perforados con información disponible (194.673,7 m), un 54,8 % (106.666,20 m) corresponden a metros de sondeos medidos.
- Las mediciones de desviación de los sondeos se encuentra desde 0 hasta los 10 grados, no siendo ésta significativa para efectos de la interpretación del sistema de información de Tofo Norte, en la relación geología, textura ley de Fe magnético

6.- INFORMACIÓN BASE

SONDAJES Muestreo

Se ha codificado los procedimientos de muestreo de sondajes de diamantina y de aire reverso



Medición de recuperación y parámetros geomecánicos.

Muestreo de sondajes de diamantina (DDH)	Muestreo de sondajes de aire reverso (SDH)
<p>1°.- El Ayudante de Geólogo compara la recuperación de la muestra real (en testigo) con la muestra teórica esperada. La información se expresa en %.</p> <p>2°.- El Geólogo marca los testigos y se hace en base a una característica geológica, de acuerdo a los parámetros requeridos, esto es: litología, mineralogía de alteración, tipo y/o intensidad de la mineralización, grado de fracturamiento de la roca, zonas de falla. Por lo tanto, el largo de las muestras no es regular. El marcado físico de cada muestra se realiza mediante una línea perpendicular al testigo y marcas en las separaciones internas de la caja. Cuando las muestras exceden 3 m (diámetro HQ) o 5 m (diámetro NQ), se procede a realizar una o más marcas intermedias.</p> <p>3°.- Los muestreros pintan y rotulan las cajas de testigos. Luego, realizan el corte longitudinal del testigo. Para ello se divide la muestra anteriormente marcada por el geólogo por la mitad, mediante un corte longitudinal. El corte se realiza de manera manual, mediante un macho y cincel. Se obtienen así las muestras para ser enviadas a laboratorio, las cuales son rotuladas.</p> <p>4°.- El Ayudante de Geólogo prepara la Guía de Remisión, documento necesario para la confección de la Orden de Análisis Geoquímico (OAG) con que se reciben en los distintos laboratorios.</p> <p>La información obtenida se valida y certifica a través de documentos físicos con respaldos digitales (planilla Excel). Los antecedentes son archivados en la Base de Datos computacional y de archivos físicos del proyecto.</p>	<p>1°.- El largo de las muestras se define antes de comenzar la campaña de perforación. Este largo corresponderá a los intervalos de muestreo o “metidas de barras”.</p> <p>2°.- Los muestreros reducen la muestra a un 25% aproximado, etapa denominada “Cuarteo”. Para lo cual realizan dos operaciones de cuarteo consecutivas. En el proceso se generan dos rechazos y la muestra para enviar a análisis. Para ello se toman las muestras que llegan en bolsas desde la máquina de sondaje y se descargan sobre el cuarteador. La descarga se realiza en el centro del cuarteador lentamente para garantizar la equiprobabilidad de las dos muestras obtenidas. De la primera división de la muestra, se obtienen dos submuestras, cada una representan el 50% en volumen del total de la muestra original.</p> <p>3°.- Se elige una de las muestras de manera aleatoria para ser dividida por segunda vez. La otra muestra se embolsa, almacena y denomina Rechazo I. Se conserva hasta obtener los resultados de los análisis de laboratorio.</p> <p>4°.- Se repite la operación del cuarteo descrita en el punto 2. La segunda división de la muestra genera dos submuestras. Cada una representa el 25% en volumen de la muestra original.</p> <p>5°.- Estas muestras se embolsan y se escoge aleatoriamente una de ellas para ser enviada al Laboratorio. La otra muestra se almacena y denomina Rechazo II. Se conserva hasta obtener los resultados de análisis de laboratorio.</p> <p>6°.- El Ayudante de Geólogo rotula las cajas de cutting y luego identifica los tramos de perforación y muestreo.</p> <p>7°.- Finalmente, el Ayudante de Geólogo prepara la Guía de Remisión, documento necesario para la confección de la Orden de Análisis Geoquímico (OAG) con que se reciben en los distintos laboratorios.</p>

6.- INFORMACIÓN BASE

SONDAJES Muestreo



Pintado y rotulado de las cajas



Muestreo de sondajes diamantino.



MUESTRA	ANALIZAR	POE
418 102	10	10
418 103	10	10
418 104	10	10
418 105	10	10
418 106	10	10
418 107	10	10
418 108	10	10
418 109	10	10
418 110	10	10
418 111	10	10
418 112	10	10
418 113	10	10
418 114	10	10
418 115	10	10
418 116	10	10
418 117	10	10
418 118	10	10
418 119	10	10
418 120	10	10
418 121	10	10
418 122	10	10
418 123	10	10
418 124	10	10
418 125	10	10
418 126	10	10
418 127	10	10
418 128	10	10
418 129	10	10
418 130	10	10
418 131	10	10
418 132	10	10
418 133	10	10
418 134	10	10
418 135	10	10
418 136	10	10
418 137	10	10
418 138	10	10
418 139	10	10
418 140	10	10
418 141	10	10
418 142	10	10
418 143	10	10
418 144	10	10
418 145	10	10
418 146	10	10
418 147	10	10
418 148	10	10
418 149	10	10
418 150	10	10
418 151	10	10
418 152	10	10
418 153	10	10
418 154	10	10
418 155	10	10
418 156	10	10
418 157	10	10
418 158	10	10
418 159	10	10
418 160	10	10
418 161	10	10
418 162	10	10
418 163	10	10
418 164	10	10
418 165	10	10
418 166	10	10
418 167	10	10
418 168	10	10
418 169	10	10
418 170	10	10
418 171	10	10
418 172	10	10
418 173	10	10
418 174	10	10
418 175	10	10
418 176	10	10
418 177	10	10
418 178	10	10
418 179	10	10
418 180	10	10
418 181	10	10
418 182	10	10
418 183	10	10
418 184	10	10
418 185	10	10
418 186	10	10
418 187	10	10
418 188	10	10
418 189	10	10
418 190	10	10
418 191	10	10
418 192	10	10
418 193	10	10
418 194	10	10
418 195	10	10
418 196	10	10
418 197	10	10
418 198	10	10
418 199	10	10
418 200	10	10

Hoja de remisión al laboratorio..

6.- INFORMACIÓN BASE

SONDAJES Descripción

Se han establecido los protocolos y procedimientos para la descripción de sondajes



Área de trabajo con sondajes en Base de Operaciones San Jorge

DESCRIPCIÓN DE SONDAJES DE DIAMANTINA DDH	DESCRIPCIÓN DE SONDAJES DE AIRE REVERSO SDH
<p>1°.-El Ayudante de Geólogo extiende el sondaje sobre caballetes. Los testigos de los sondajes son luego lavados para una correcta revisión y descripción. Previo a la descripción del Testigo, se deberá chequear la correcta posición de los tacos de bloqueos, metraje inicial y final de cada caja, además de las marcas de los intervalos de muestreo.</p> <p>2°.- El Geólogo realiza el proceso de descripción de los testigos. Ésta se hace en base a los parámetros requeridos y se puede realizar antes o después del muestreo de los testigos. Sin embargo, es necesario que los intervalos de muestreos estén ya marcados en las cajas.</p> <p>La descripción de sondajes se realiza mediante la codificación de características litológicas, mineralógicas y estructurales de los testigos, las cuales son registradas en los "Formatos de Logeos". En ellos, se ingresa la información utilizando como límites los tramos de muestreo, caracterizando las muestras que se han enviado a análisis. De esta forma, las muestras representan Unidades Litológicas.</p> <p>3° La información obtenida es digitada (planilla Excel) y luego validada por el geólogo.</p>	<p>1°.- El trabajo es ejecutado por el Geólogo, quien realiza la descripción de los testigos, el cual se hará en base a los parámetros requeridos. La descripción de sondajes se realiza mediante la codificación de características litológicas, mineralógicas y estructurales de los testigos, las cuales son registradas en los "Formatos de Logeos"</p> <p>2°.- En los formatos de logeos, la información se ingresa utilizando como límites los tramos de muestreo, caracterizando las muestras que se han enviado a análisis. Es probable que dos o más muestras presenten características similares, para estos casos, las muestras en la descripción se agrupan, formando Unidades Litológicas.</p> <p>3°.- La información obtenida es digitada (planilla Excel) y posteriormente validada por el geólogo. Esto permite que las descripciones sean archivadas en la Base de Datos computacional y como archivos físicos del proyecto.</p>

6.- INFORMACIÓN BASE

SONDAJES Codificación geológica

Muestras de sondajes (DDH y aire reverso) se usa el mismo sistema de descripción.

UNIDAD LITOLÓGICA.- Se define con criterios petrográficos (textura predominante)

ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN.- En base a dos parámetros: Ocurrencia y Forma.

Ocurrencia: abundancia cualitativa de una especie mineral. Las distintas ocurrencias de los minerales están definidas en base a tres rangos.

- Indicio: escasa presencia de un mineral,
- Apreciable: mineral común en la roca y de rápido reconocimiento
- Abundante: el mineral es uno de los componentes mayoritarios de la roca hasta llegar a ser el mayoritario (por ejemplo, texturas macizas).

Forma: Hace referencia a la textura mediante la cual el mineral se presenta en la roca. Las texturas de mayor importancia son las que se relacionan a la mena de Fe y estas son:

- Diseminado. Los minerales ocurren en partículas finas aisladas.
- Guías. Corresponde a vetillas y vetas finas.
- Núcleos o Manchas. Son agregados o aglomerados minerales que se expresan como formas irregulares.
- Brechoso. Consiste en un enrejado (stockwork) de vetillas gruesas, que al entrecruzarse dan un aspecto de brecha.
- Macizo: Consiste en una unidad monomineral, que puede contener impurezas (minerales y/o líticos) las cuales en su conjunto no deben superar el 20%.

Las estructuras que se reconocen en los sondajes se codifican de acuerdo a:

- 1º orden. Se reconocen elementos tales como brecha de falla, salbanda, etc, los cuales permiten definir una potencia.
- 2º orden. Corresponden a fallas que solo representan una superficie (plano de falla), y
- Zonas de fallas que representan unidades fuertemente tectonizadas, fracturadas, en las cuales en ocasiones es posible reconocer planos de fallas.

6.- INFORMACIÓN BASE

SONDAJES Codificación geológica



Sondaje de Tofo Norte con textura Maciza de alta ley de Fe.



Detalle de sondaje DDH-BRS 1255 (Bronce Sur). Muestra 510508 (desde 186,25 a 188,25 m):

- 35,62 % Fe
- 48,33 % DTT
- 68,06 Fe DTT).

6.- INFORMACIÓN BASE

DENSIDAD

- ◆ La determinación de la densidad de cada proyecto ha seguido procedimientos adecuados a las particularidades de cada uno de ellos. En algunos casos se ha realizado por sectores. Por ejemplo Pleito Este y Oeste en el proyecto Tofo Norte
- ◆ El propósito final es la determinación de densidades en relación a la ley de Fe del mineral.
- ◆ Conforme ha avanzado el conocimiento de los yacimientos, con sucesivas campañas de sondajes se han realizado estudios utilizando nuevas muestras provenientes de estos sondajes.

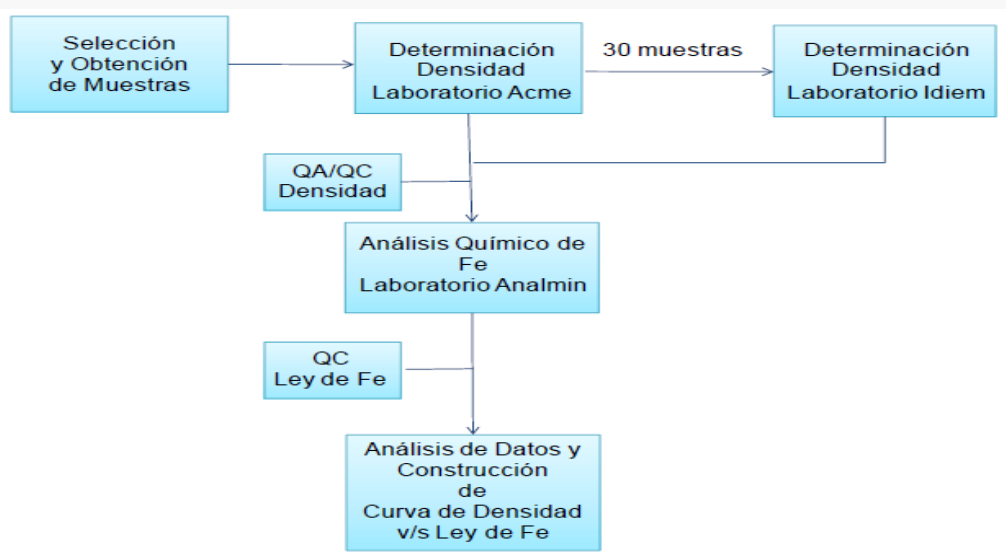
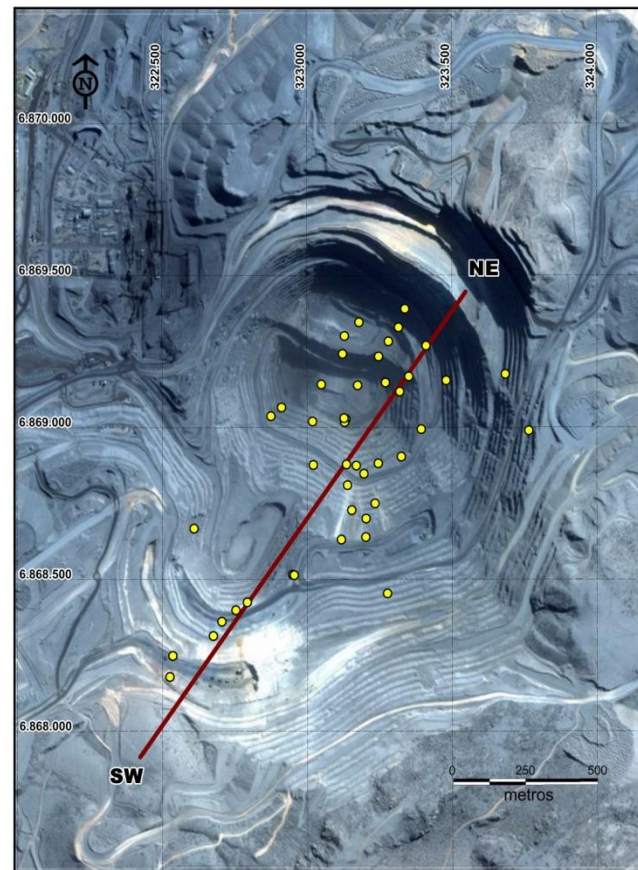


Diagrama de flujo de las etapas de construcción de la curva de densidad v/s ley de Fe.

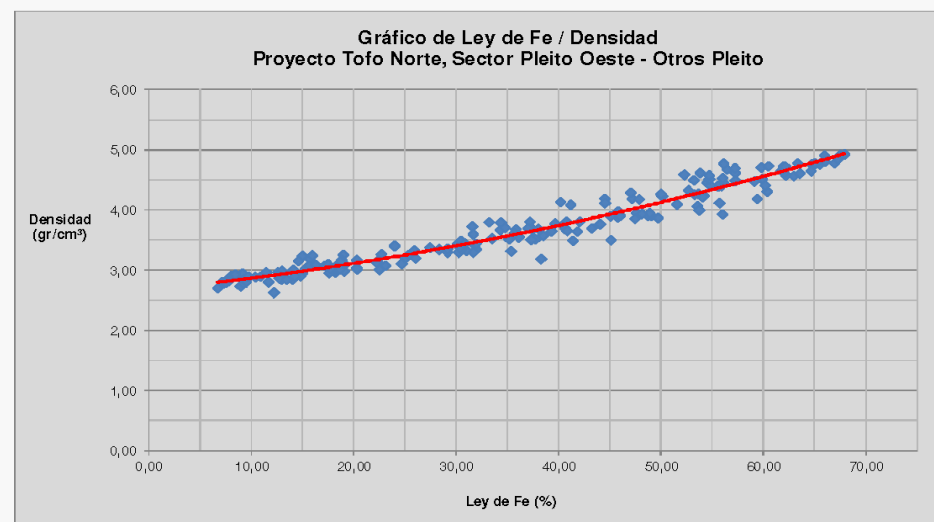
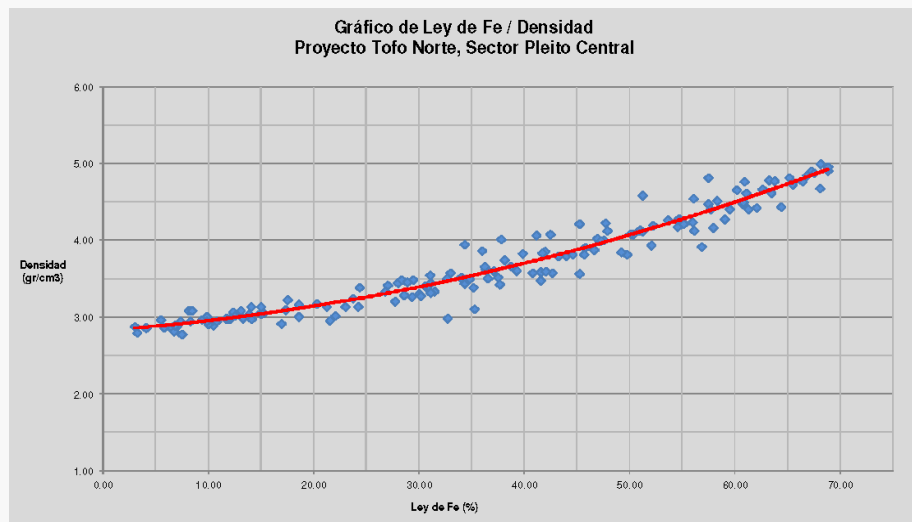


Leyenda	
●	Indica sondajes con muestras de densidad
—	Sección longitudinal

Waldo Cuadra & Asociados	
PROYECTO LOS COLORADOS (Área de interés)	
Fecha: Dic. 2013	Certificación de la información base para la estimación de los recursos geológicos del yacimiento LOS COLORADOS
Autor:	
Figura N°: 15	Ubicación de sondajes con muestras de densidad
Dibujo:	
Escala: Gráfica	Proyección: PSAD56-Huio 19S

6.- INFORMACIÓN BASE

DENSIDAD

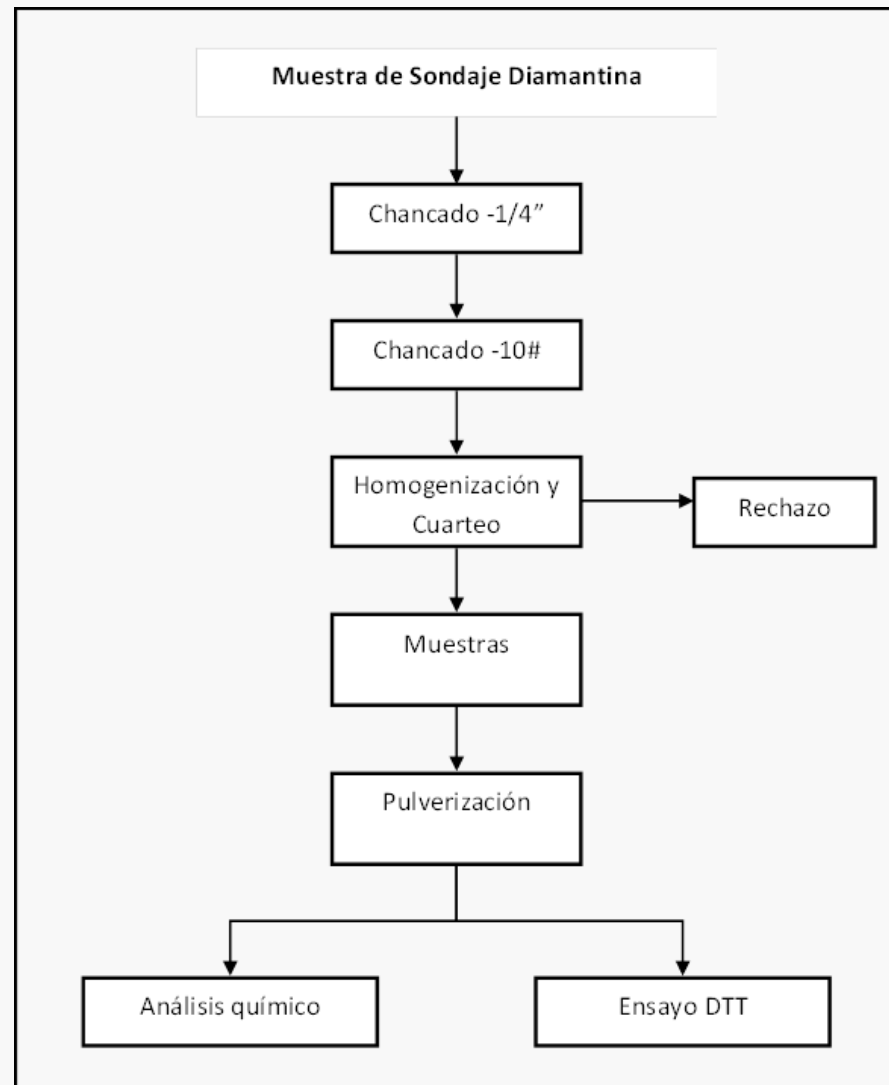


Gráficos de las funciones de Ley de Fe v/s Densidad, para Proyecto Tofo Norte Zona Pleito Central y Pleito Oeste – Otros Pleito (Mardones et al., 2013).

6.- INFORMACIÓN BASE

ANÁLISIS QUÍMICOS Y FÍSICOS

- ◆ Las muestras de sondajes son recepcionadas, ordenadas y contadas. Se chequea que la identificación de éstas corresponda completamente con el formulario OAG (Orden de Análisis Geoquímico).
- ◆ Si se trata de muestras de DDH o aire reverse siguen protocolos específicos. En este caso DDH de El Tofo
- ◆ El análisis Fe geoquímico, es insuficiente para estimar su contenido económico en un yacimiento mineral. Esto, dado que la extracción se basa en las propiedades magnéticas del principal mineral de la mena: **magnetita**.
- ◆ Para obtener el Fe económico se realiza la determinación del contenido del porcentaje (%) de hierro magnético de una muestra (% DTT) en un ensayo dentro de un Medidor (Tester) de Tubo Davis.
- ◆ Éste consiste de un equipo electromagnético poderoso que puede generar un campo magnético de una intensidad tan alta como 4.000 gauss, un tubo de vidrio de separación y un mecanismo de agitación. El tubo se coloca entre los polos de un imán en un ángulo de aproximadamente 45° (el ángulo es ajustable).
- ◆ Se analiza una muestra de 20 gramos, con una granulometría de 80% bajo la # 325 Tyler. El tiempo de prueba es de 10 minutos, trabajando a 1,5 ó 1,8 A., hasta alcanzar una intensidad de campo 4.000 gauss, adicionando un flujo de agua de 0,8 l/min. (800 cm³/min).



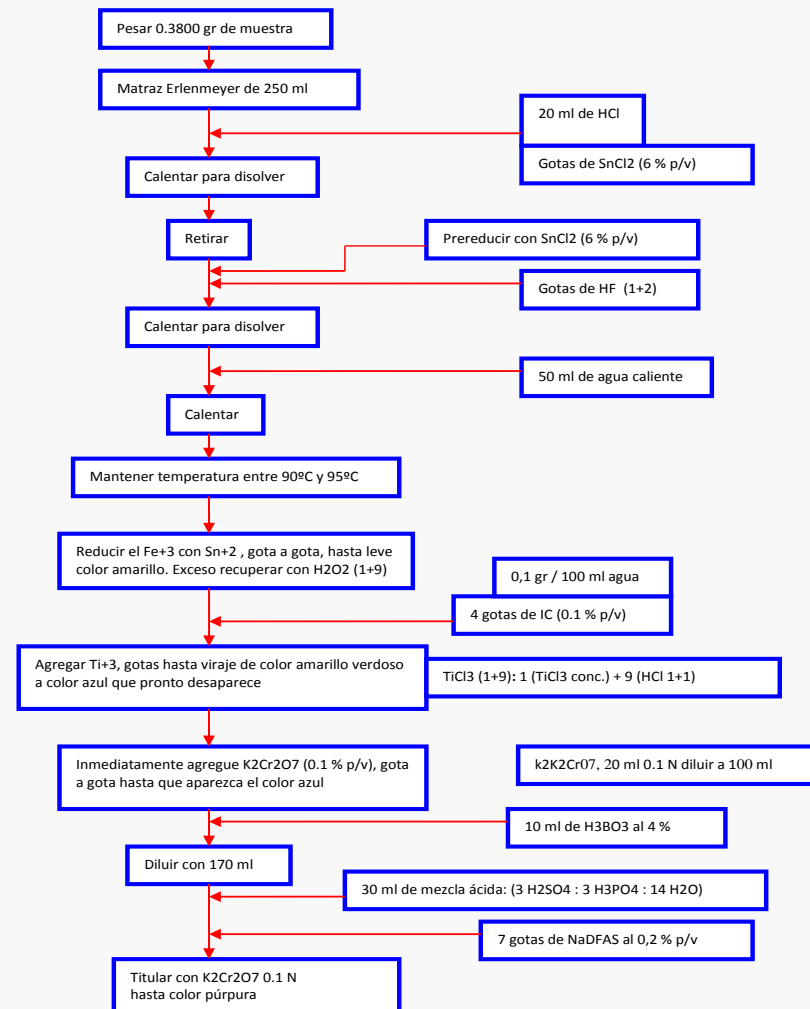
Protocolos para el análisis de muestras DDH de El Tofo

6.- INFORMACIÓN BASE

ANÁLISIS QUÍMICOS Y FÍSICOS

LABORATORIO	ANÁLISIS Fe	CERTIFICACIONES		
	Muestra (gr)	ISO 9001	ISO 14.001	OHSAS 18.001
Externos				
ANALMIN	0,380	X	--	--
CIMM	0,400	X	X	X
SAN LORENZO	0,400	--	--	--
Internos				
Laboratorio Planta Pellets	0,400	X	X	X
Laboratorio Mina Los Colorados	0,400	X	X	X
Laboratorio Minas El Romeral	0,380	--	X	X

Comparación de características entre Laboratorios usados para muestras de El Tofo



Proceso para la determinación de hierro por titanio

6.- INFORMACIÓN BASE

ANÁLISIS QUÍMICOS Y FÍSICOS



Tubo Davis de Laboratorio San Lorenzo (externo)



Tubo Davis en Laboratorio Los Colorados

6.- INFORMACIÓN BASE

RESGUARDO DE LA INFORMACIÓN

- ◆ CAP Minería, consciente del valor de la información de sus yacimientos y prospectos, dispone de recursos para sustentar un registro histórico de la información levantada en su exploración.
- ◆ Para el caso de Mina Los Colorados a dispuesto de un conjunto de instalaciones que cumplen como objetivo principal el almacenar las muestras enviadas desde cada área.
- ◆ PPara el caso del Proyecto Tofo Norte, se dispone de la totalidad de sus sondajes y frascos de rechazos en la Base de Operaciones San Jorge..
- ◆ En general en las bases de operaciones se mantienen los siguientes tipos de almacenamiento:

Almacenamiento temporal

Almacenamiento final plataforma: Éste se orienta a resguardar bolsas de cutting y rechazos de laboratorio. Corresponde a perímetro cerrado, cubierto con malla. Tiene complejidad para el conteo y manejo de muestras debido a:

- Condiciones al aire libre de almacenamiento.
- Naturaleza poco administrable de la bolsa plástica.
- En esta condición bolsas se deterioran.
- Requerir gran superficie.



Almacenamiento final galpón de Mina Los Colorados



6.- INFORMACIÓN BASE

RESGUARDO DE LA INFORMACIÓN



Tofo Norte. Vista Base de Operaciones San Jorge.
Almacenamientos en Galpón y temporal

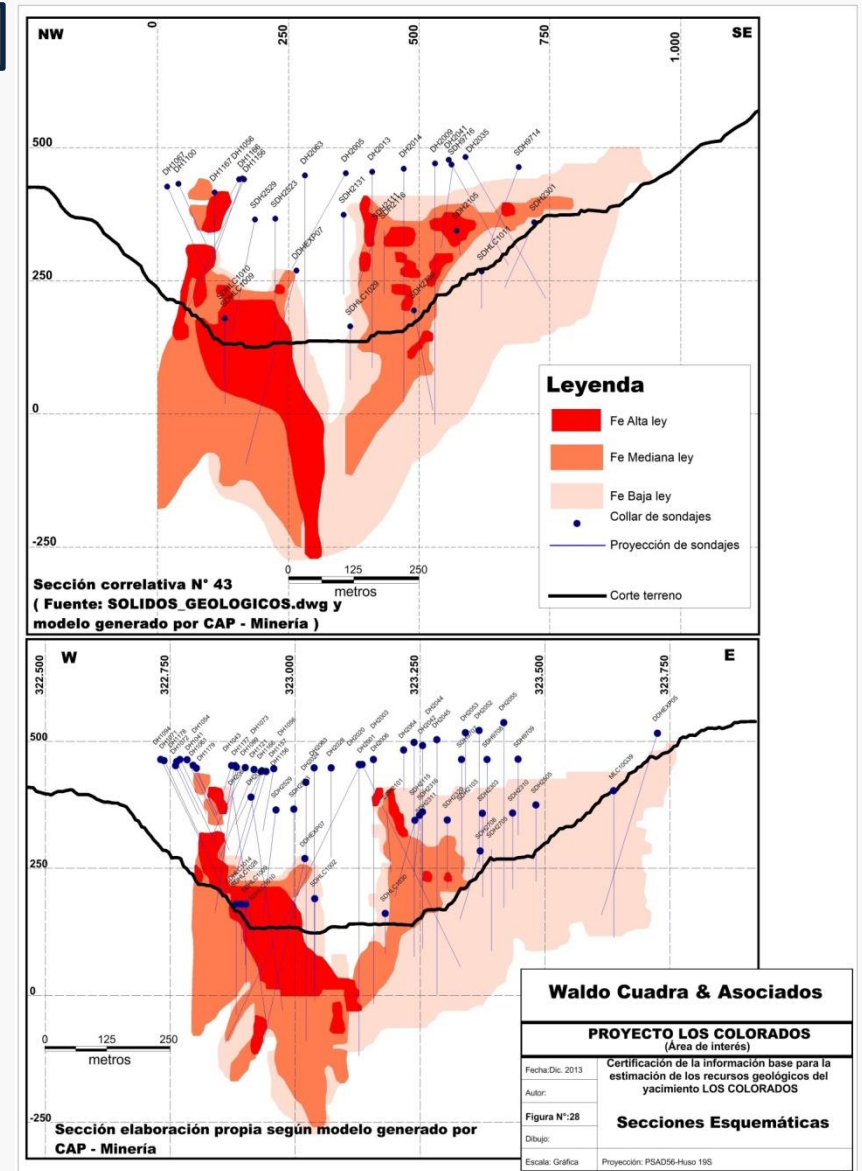


Almacenamiento temporal en San Jorge

6.- INFORMACIÓN BASE

OBJETIVOS

El objetivo final del proceso de certificación de la Información Base:
Permitir la evaluación de recursos /reservas



CERTIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN BASE PARA LA EVALUACIÓN DE RECURSOS GEOLÓGICOS

Muchas gracias