

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



CONTROL GEOLOGICO DEL MINERAL EN PRODUCCION - MINA ARASI

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEOLOGO**

PRESENTADO POR:

RUBEN G. ROMERO ALEGRIA

LIMA – PERU

2009

INDICE

Resumen.....	1
CAPITULO I: CONSIDERACIONES GENERALES	2
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos	2
CAPITULO II: MARCO GEOLOGICO	3
2.1. Ubicación y Acceso.....	3
2.2. Geomorfología.....	6
2.3. Geología Regional	6
2.3.1. Grupo Tacaza	6
2.3.2. Grupo Palca.....	7
2.3.3. Grupo Sillapaca	7
2.3.4. Depósitos Fluvioglaciares	7
2.4. Geología Estructural	9
2.5. Geología Local.....	10
2.5.1. Grupo Palca	10
2.5.1.1. Ignimbrita Palca	10
2.5.1.2. Clásticos Finos Palca.....	10
2.5.1.3. Andesita Palca	11
2.5.1.4. Clásticos Chacapalca.....	11
2.5.2. Grupo Sillapaca:.....	13
2.5.2.1. Volcanoclásticos La Rescatada	13
2.5.2.2. Andesita La Rescatada	13
2.5.2.3. Volcanoclásticos Lamparasi.....	14
2.5.2.4. Andesita Lamparasi.....	14
2.6. Geología del Depósito Mineral Valle.....	15
2.6.1. Litología.....	15
2.6.2. Geología Estructural	15
2.6.3. Alteraciones	16
2.6.4. Mineralización	19

2.7. Geología del Depósito Mineral Carlos.....	21
2.7.1. Litología.....	21
2.7.2. Geología Estructural	23
2.7.3. Alteraciones	23
2.7.4. Mineralización	24
CAPITULO III: CONTROL DE MUESTREO EN ARASI.....	27
3.1. Generalidades.....	27
3.2. Definición de Muestra	27
3.3. Importancia del Muestreo.....	28
3.4. Metodología del Muestreo.....	28
3.4.1. Etapas de un Muestreo	28
3.4.2. Consideraciones en la Toma de Muestra.....	29
3.4.2.1. La Segregación	30
3.4.2.2. La Delimitación de la Muestra	31
3.4.2.3. Diseño de Palas	31
3.5. Requisitos para la adecuada Toma de Muestra.....	32
3.6. Errores en la Toma de Muestra	33
3.6.1. En Muestras de Canal.....	33
3.6.2. En Muestras de Sondajes	34
3.6.3. Errores en la Preparación de la Muestra.....	34
3.6.4. Errores en los Análisis	34
3.6.4.1. Error Fortuito.....	34
3.6.4.2. Error Sistemático.....	35
3.7. Errores en las Estimaciones	35
3.8. Errores relacionados con el Reporte de los Resultados	35
3.9. Errores relacionados con el Sistema Interno de Control de Calidad.....	35
3.10. Errores frecuentes en la Preparación de la Base de Datos	35
3.11. Taladros de Producción	36
3.11.1. Cartografiado de los Taladros	37
3.11.2. Trabajo de Gabinete después del Cartografiado.....	38
3.12. Toma de Muestra en los Conos	38

3.13. Muestras de Volquetes	40
3.14. Muestreo de Canales	41
3.15. Muestreo de Pilas	43
CAPITULO IV: FUNCIONES DEL DPTO. DE GEOLOGIA MINA	44
4.1. Organización y Ubicación del Proceso.....	44
4.2. Organigrama en el Area de Geología Mina.....	44
4.3. Funciones del Area de Geología Mina	44
4.4. Funciones de Trabajo	45
4.4.1. Del Supervisor de Control de Calidad	45
4.4.2. Del Muestreo de los Taladros de Perforación.....	47
4.4.3. Del Controlador de Producción de Mineral	48
4.4.4. Del Delimitador de Polígonos de Mineral y Desmonte	49
CAPITULO V: CONTROL DE MINERAL EN LA MINA	50
5.1. Dilución	50
5.2. Polígonos de Mineral	50
5.3. Importancia de los Polígonos del Mineral	52
5.4. Factores de Dilución en los Polígonos de Mineral y su influencia en la Calidad del Mineral	52
5.5. Validación de Leyes	53
5.6. Duplicados de Taladros de Producción.....	53
CAPITULO VI: CONTROL DE CALIDAD EN OTRAS AREAS	54
6.1. Con Laboratorio Químico	54
6.2. Preparación de Muestras para su Análisis.....	55
6.2.1. Secado.....	55
6.2.2. Chancado y Pulverizado	56
6.3. Con Topografía	57
6.3.1. Errores en los Levantamientos Topográficos	59
6.3.1.1. Instrumentales.....	59
6.3.1.2. Personales	60

6.3.1.3. Naturales	60
6.3.2. Errores Sistemáticos o Acumulativos	60
6.3.3. Errores Accidentales o Compensatorios	60
6.4. Con Operaciones Mina	61
6.4.1. Perforación	61
6.4.2. Voladura	62
6.4.3. Carguío y Acarreo	64
6.5. Con Geología Mina	65
6.5.1. Mapeo Geológico	65
6.5.2. Modelamiento Geológico	66
6.6. Con Planeamiento	68
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
7.1. Conclusiones	72
7.2. Recomendaciones	74
7.3. Bibliografía	75

LISTA DE PLANOS, FIGURAS Y FOTOS

Plano 01: Ubicación de la Mina Arasi.....	05
Plano 02: Mapa Geológico Regional.....	08
Plano 03: Plano Litológico del área de Valle.....	17
Plano 04: Plano de Alteraciones del área de Carlos.....	25
Plano 05: Levantamiento Topográfico de los Taladros de Voladura	58
Figura 01: Distancias a poblados más cercanos de la Mina Arasi.....	04
Figura 02: Lineamientos estructurales y anomalías geofísicas de la zona ...	09
Figura 03: Esquema Columna Estratigráfica Distrital.....	12
Figura 04: Sección esquemática del área Valle - Litología	18
Figura 05: Sección esquemática del área Valle – Alteración	20
Figura 06: Sección esquemática del área Carlos – Litología	22
Figura 07: Sección esquemática del área Carlos – Alteración.....	26
Figura 08: Muestreo estadístico y muestreo de minerales.....	27
Figura 09: Cartografiado de los taladros de perforación	37
Figura 10: Diagrama del proceso del Control de Calidad en Mina Arasi.....	51
Figura 11: Modelo de bloques de la Mina Arasi	66
Figura 12: Modelamiento de bloques Banco 4600 en la zona de Valle	67
Figura 13: Plan de minado mensual - Valle	69
Figura 14: Plan de minado del Banco 4600 en la zona de Valle.....	70
Figura 15: Plan de minado mensual - Carlos	71
Foto 01: Zona triturado y/o panizado relacionado a una zona de falla.....	15
Foto 02: Talud de plataforma con intenso craquelamiento y oxidación	16
Foto 03: Abundante jarosita impregnada sobre roca sílice-alunita	19
Foto 04: Flujo laminar andesítico en la zona de Carlos	21
Foto 05: Ubicación de las zonas de Carlos Alto y Carlos Bajo	23
Foto 06: Muestreo en taladros de producción.....	36
Foto 07: Muestreo en los conos	39

Foto 08: Volquete o ruma de descarga a muestrear	40
Foto 09: Muestreo de canales.....	42
Foto 10: Muestreo de pilas.....	43
Foto 11: Supervisando el control de calidad	46
Foto 12: Equipo de muestreros en la Mina Arasi	47
Foto 13: Controlador de producción del mineral	48
Foto 14: Delimitado de polígonos de mineral y desmonte	49
Foto 15: Control de calidad en laboratorio químico en la Mina Arasi	54
Foto 16: Preparación de muestras (secado)	55
Foto 17: Equipo para chancado y pulverizado de muestras	56
Foto 18: Perforadora DM45 y track drill en la zona de Valle.....	61
Foto 19: Voladura en la zona de Carlos Alto.....	62
Foto 20: Carguío de taladros con heavy anfo en la zona de Valle.....	63
Foto 21: Carguío y acarreo en la zona de Valle.....	64

RESUMEN

En el año 2000 la exploración geológica en Arasi fue iniciada por la Compañía AngloGold Exploration. En el 2005 se firma un acuerdo de joint venture con Aruntani S.A.C., mediante la cual a partir de la fecha, la empresa peruana se hace cargo de los trabajos geológico-mineros.

Arasi se ubica en distrito de Ocuwiri, provincia de Lampa, departamento de Puno, entre los 4,500 y 5,200 msnm. Es accesible desde las ciudades de Juliaca y Arequipa.

De acuerdo a las características geológicas, mineralógicas y de alteración consiste de varios centros mineralizados, entre los cuales tenemos los yacimientos de Valle, Carlos y Jessica. Estos corresponden a yacimientos del tipo epitermal diseminado de alta sulfuración. En Valle y Carlos los recursos son óxidos con una ley promedio de 0.62 g/t Au. Actualmente el prospecto Jessica se halla en fase exploratoria.

El geólogo de mina define las características geológicas de los frentes de minado de mineral y desmonte, este chequeo se hace por medio de los polígonos, que son regiones de material volado limitado por el valor económico, características geológicas, granulométricas y/o alteración predominante y los polígonos se clasifican en campo mediante banderines. El monitoreo continuo que realiza el geólogo sobre los materiales que se están minando es de gran importancia, pues la obligación es caracterizar los materiales de manera correcta y oportuna a fin de que sean enviados a destinos que correspondan, utilizados en trabajos específicos según sus características, además de brindar apoyo constante a carguío y acarreo.

A la fecha se han identificado nuevos objetivos de exploración los que serán prospectados en los próximos años por Aruntani S.A.C.

CAPITULO I: CONSIDERACIONES GENERALES

1.1. Introducción

La zona ha sido objeto de una intensa campaña de exploración que se inició en el año 2000, estos trabajos consistieron en levantamientos topográficos, mapeos geológicos, muestreos geoquímicos y levantamientos geofísicos, completándose con programas de perforación diamantina y circulación reversa.

Arasi se sitúa en el Grupo Sillapaca de época miocénica, compuesta desde su base por lavas andesíticas de color púrpura con presencia de flujos de bandas seguidas por un horizonte alterado de gran importancia por contener mineralización volcanoclástica denominado clástico Lamparasi.

Arasi desarrolla una operación de minado mediante la explotación de tajo abierto con sistema de lixiviación en pozas o pads y la recuperación mediante polvo de zinc en una planta Merrill Crowe. Las operaciones mina comprenden la explotación de los dos tajos principales e incluye accesos o rampas de minado, botaderos de desmonte para cada tajo e instalaciones conexas de mina como polvorines y anexos, rampas de extracción, equipos, maquinarias y otros servicios.

1.2. Objetivos

Los objetivos que se tiene dentro del área de la mina son:

- Asegurar el destino correcto del mineral.
- Evitar la pérdida de mineral y maximizar la utilidad.
- Optimización del proceso de minado.
- Controlar las implicancias medio ambientales.
- Fundamentar durante el proceso extractivo nuevas ideas orientadas a la búsqueda, control y cuidado del mineral dentro de nuestras operaciones.
- Desarrollar y fomentar el trabajo en equipo con todas las áreas involucradas.

CAPITULO II: MARCO GEOLOGICO

2.1 Ubicación y Acceso

Arasi se encuentra ubicado en el distrito de Ocuvi, provincia de Lampa, departamento de Puno, aproximadamente a 800 Km al SE de la ciudad de Lima y a una distancia de 90 Km al NW de la ciudad de Juliaca en las partes altas de las microcuencas de los riachuelos Azufrini y Huarucani que son afluentes del río Chacapalca.

Las coordenadas UTM en el centro del yacimiento son: 8'313,600N y 301,800E.

El acceso desde la ciudad de Lima es a través de las ciudades de Arequipa o Juliaca utilizando transporte aéreo o por carreteras asfaltadas.

Ruta Arequipa

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIPO
Arequipa – Imata	145	Asfaltada
Imata – Carretera a Tintaya	50	Afirmada
Carretera a Tintaya – Arasi	46	Afirmada

Ruta Juliaca

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIPO
Juliaca – Lampa	33	Asfaltada
Lampa – Palca	35	Afirmada
Palca – Vila Vila	18	Afirmada
Vila Vila – Chivay	12	Afirmada
Chivay – Arasi	17	Trocha carrozable

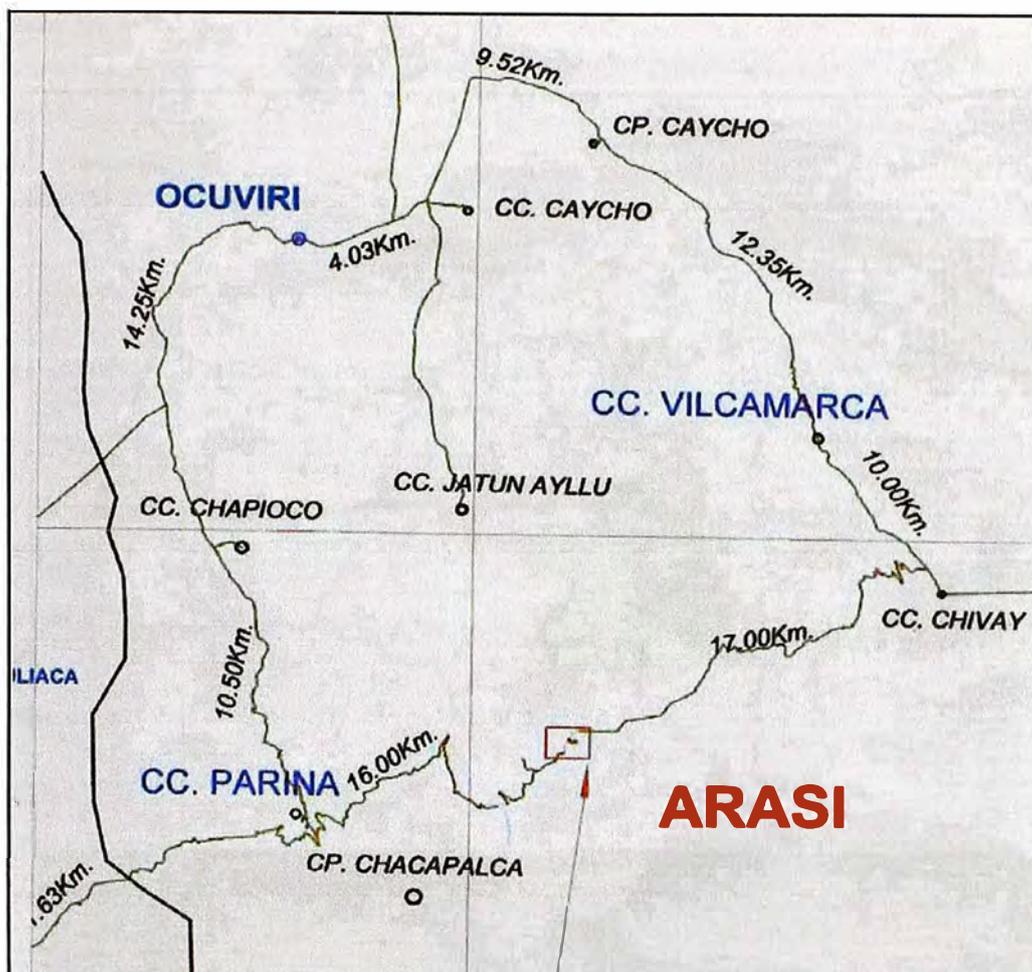
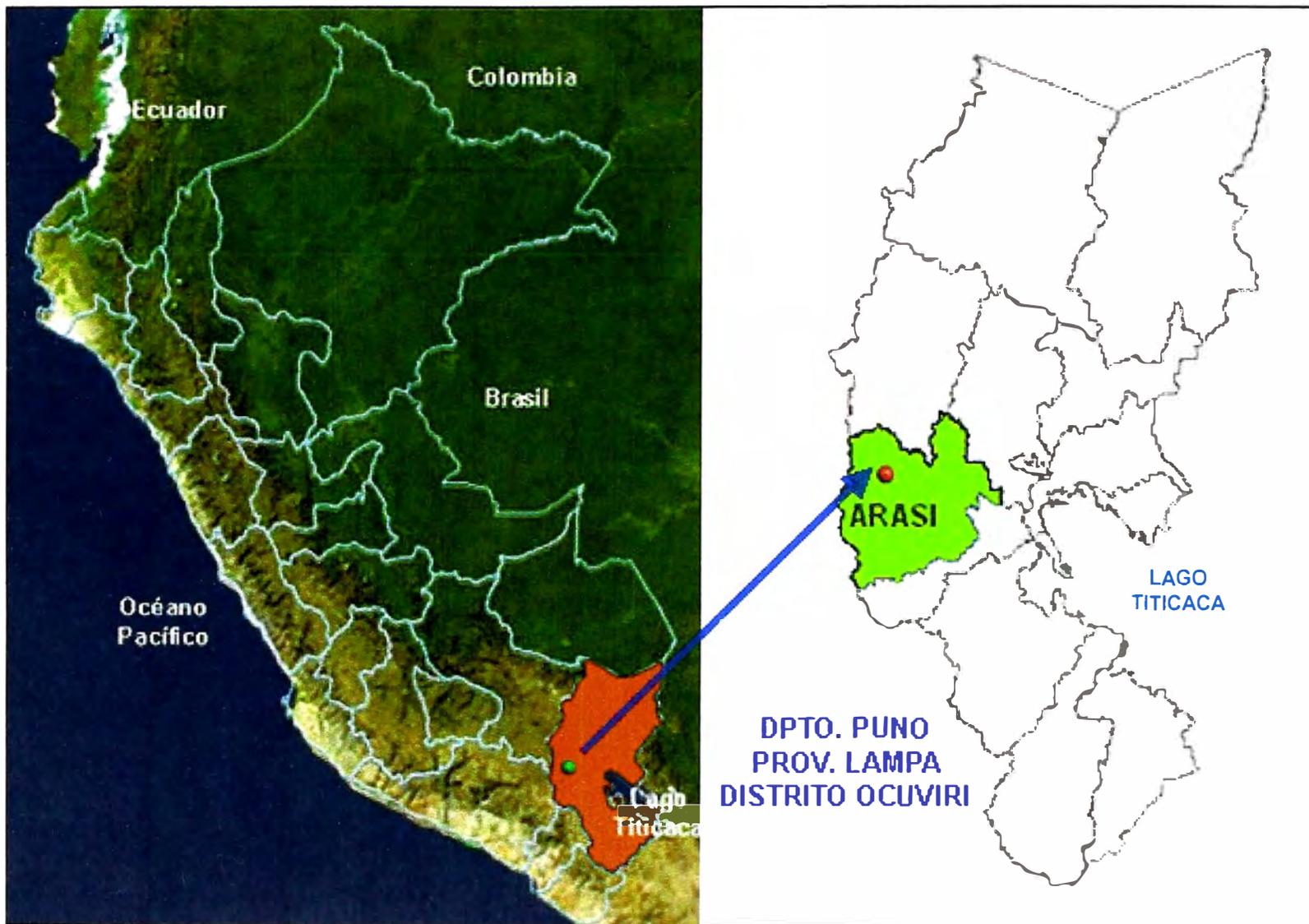


Figura 01: Distancias a poblados más cercanos de la Mina Arasi

La altitud de la zona está entre los 4400 a 4800 msnm. El relieve es ondulado de predominio en la parte oeste de la mina (área Valle), y de laderas rocosas escarpadas con valles de fondos planos. El clima muy frío la región con temperaturas que varían entre 6 a 2°C, y mínimas por debajo de 0°C.

La precipitación pluvial en la zona es marcadamente estacional, ocurriendo con mayor intensidad en forma de lluvias, nevadas y granizo entre los meses de Diciembre a Marzo. La vegetación consiste básicamente como pajonal de puna contrastada con suelos y un estrato de arbustos de distribución parchada y zonas de bofedales.

UBICACION DE LA MINA ARASI



Plano 01

2.2. Geomorfología

Regionalmente, el área de estudio se encuentra sobre las unidades geomorfológicas denominadas Zona de la Meseta del Collao o Altiplano, desarrollado sobre los 3810 msnm la fosa tectónica que ocupa el Lago Titicaca; y la zona de cumbres que flanquean la meseta, las mismas que se elevan hasta los 6384 msnm.

La evolución geomorfológica de la región está ligada al levantamiento andino, el cual expone rocas del mesozoico. La tectónica y la acción climática, esencialmente glaciaria, han contribuido a configurar la expresión topográfica actual. La cordillera Occidental Volcánica se extiende desde el departamento de Tacna siguiendo los límites de los departamentos de Puno con Arequipa y Cusco, formada por una sucesión de cadenas volcánicas separadas por valles y planicies altoandinas; cubiertas por la vegetación de ichu y matorrales de páramo y tundra. Toda esta región está dominada por temperaturas muy bajas, fluctuando entre los 2°C y 0°C.

2.3. Geología Regional

Según el mapa geológico a escala 1:100,000 elaborado por el Ingemmet, la zona de la mina se ubica dentro del Grupo Sillapaca y Palca, que consiste de rocas volcánicas andesíticas a dacíticas. La litología infrayacente al Grupo Palca corresponde al Grupo Tacaza de época del Oligoceno a Mioceno y que aflora en la parte Oeste y Este del área.

2.3.1. Grupo Tacaza

Son efusiones ígneas volcánicas a través de fisuras alineadas en el borde sur occidental del actual Lago Titicaca, dando lugar a extensos derrames y emplazamientos volcánicos. La litología que caracteriza a este grupo son las andesitas y andesitas traquíticas porfiríticas.

2.3.2. Grupo Palca

Son secuencias piroclásticas a sedimentarias que reposan discordante sobre el volcánico Tacaza, que forman superficies de plataforma disectada a una cota de aproximadamente 4600 msnm. En los alrededores de Palca y hacia el norte, los planos de juntas facilitan la erosión, formándose zanjas profundas que le otorgan un aspecto de fracturamiento en los afloramientos, produciéndose prominentes bordes en los costados de los valles.

2.3.3. Grupo Sillapaca

Secuencia de composición dacítica a traquiandesítica. Principalmente se muestran como cordilleras cubiertas de nieve con picos por encima de los 5000 msnm.

2.3.4. Depósitos Fluvioglaciares

Cubriendo gran parte de la columna estratigráfica se emplazan los depósitos fluviglaciares. Depósitos que se han formado por acción directa del intemperismo, erosión y de la deposición a partir de los glaciares y flujos de agua.

ERA	PERIODO	EPOCA	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	LEYENDA
CENOZOICO	Cuaternario		Dep. aluviales fluviglaciares	Q-al
			Dep. morrénicos	Q-m
	Neógeno	Mioceno	Grupo Sillapaca	TSi
			Grupo Palca	JPa
		Oligoceno	Grupo Tacaza	TTa

MAPA GEOLOGICO REGIONAL



Q-al	Dep. aluviales	CUATERNARIO
Q-m	Dep. morrénicos	
TSi	Grupo Sillapaca	TERCIARIO SUPERIOR
TPa	Grupo Palca	
TTa	Grupo Tacaza	TERCIARIO MEDIO
T-da	Dacita	

-  Ríos y drenaje
-  Lagunas
-  Área Principal Mina Arasi
-  Falla
-  Rumb-buz. capas

Plano 02

2.4. Geología Estructural

Estructuralmente la región se ve afectada por formaciones plegadas y levantadas que siguen un alineamiento general andino NW-SE. El rasgo estructural más importante en la región lo constituye el alineamiento volcánico del Tacaza – Sillapaca Este, cuya configuración al parecer fue y está controlada por sistemas de fallas de dirección NE – SE.

Otras estructuras reconocidas corresponden mayormente a alineamientos de falla de rumbo dominante NE-SW, conjuntamente con otros sistemas NW-SE. Aparentemente algunas de estas estructuras, guarda relación con los procesos de alteración y mineralización del área. Es evidente el control estructural principalmente intersección de fallas de los yacimientos de Valle y Carlos

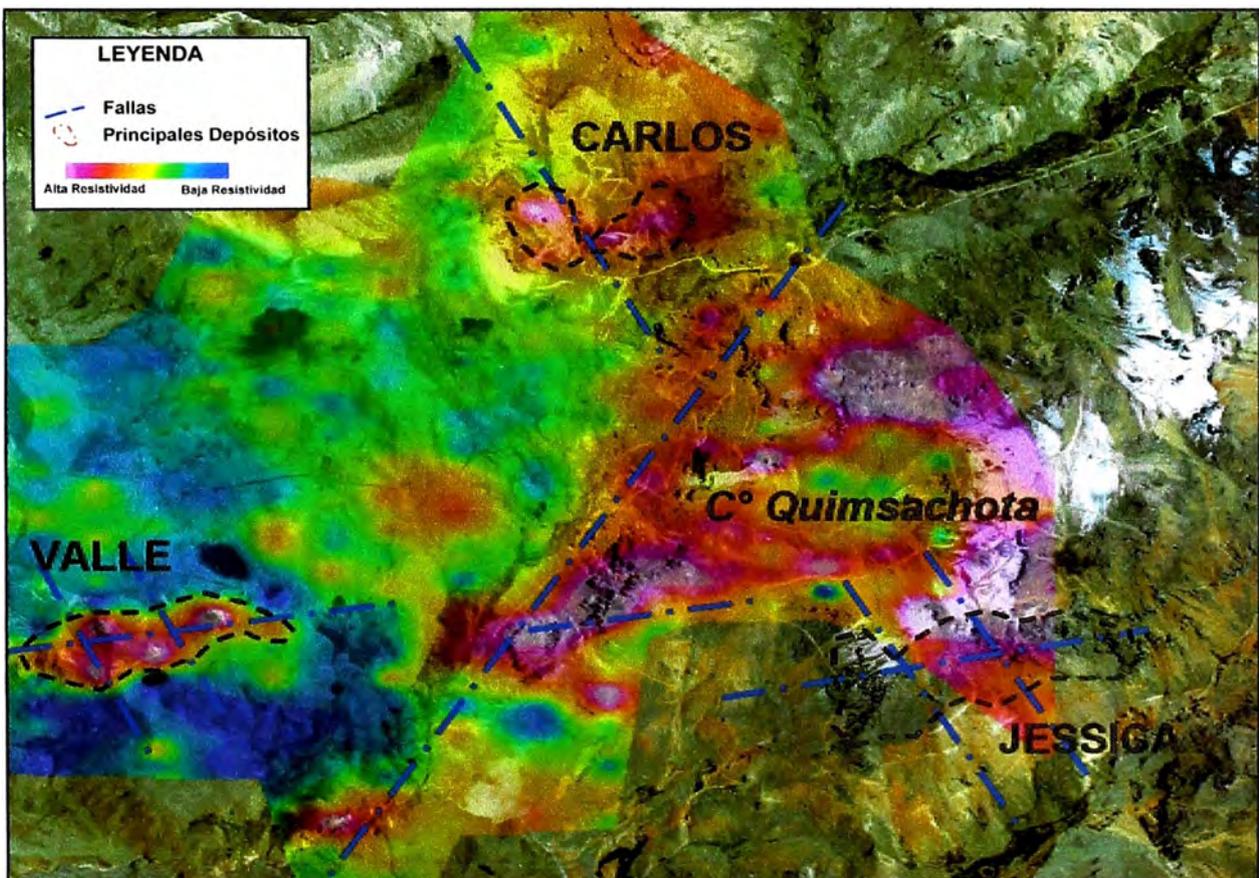


Figura 02: Lineamientos estructurales y anomalías geofísicas de la zona

2.5. Geología Local

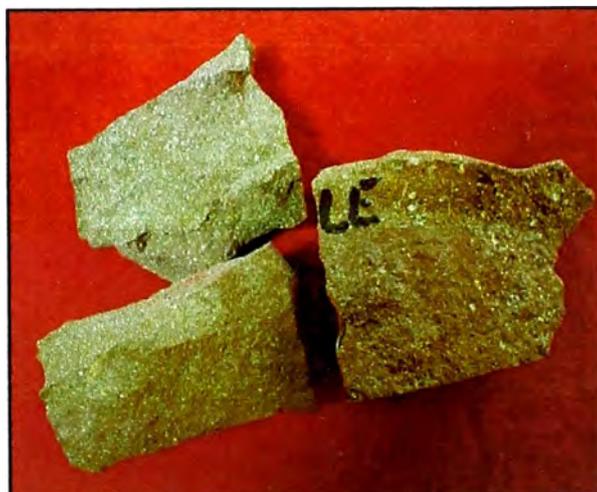
Según los estudios se han diferenciado, de la base hacia arriba las siguientes unidades litológicas:

2.5.1. Grupo Palca

- 2.5.1.1. Ignimbrita Palca:** Es la base de toda la columna estratigráfica. Es una roca piroclástica que se caracteriza por presentar clastos polimícticos gruesos angulares, dacíticos y andesíticos, débilmente silicificada y con presencia de biotita y fenos de plagiocasas.



- 2.5.1.2. Clásticos Finos Palca:** Material clástico que se caracteriza por presentar líticos de tamaño fino a medio. Su coloración es marrón rojizo y generalmente se le encuentra fresco. Tiene un espesor promedio de unos 15 m.



2.5.1.3. Andesita Palca: Es una secuencia delgada, afanítica, de coloración gris oscuro que se caracteriza por presentar vesículas orientadas de hasta 5 cm de longitud y también plagioclasas aciculares.



2.5.1.4. Clásticos Chacapalca: Material volcanoclástico retrabajado. Se caracteriza por presentar clastos subredondeados color verdosa. Se observa esta secuencia al Este del Cerro Ajanani. Su espesor varía de 50 a 150 m.



ESQUEMA COLUMNA ESTRATIGRAFICA DISTRICTAL

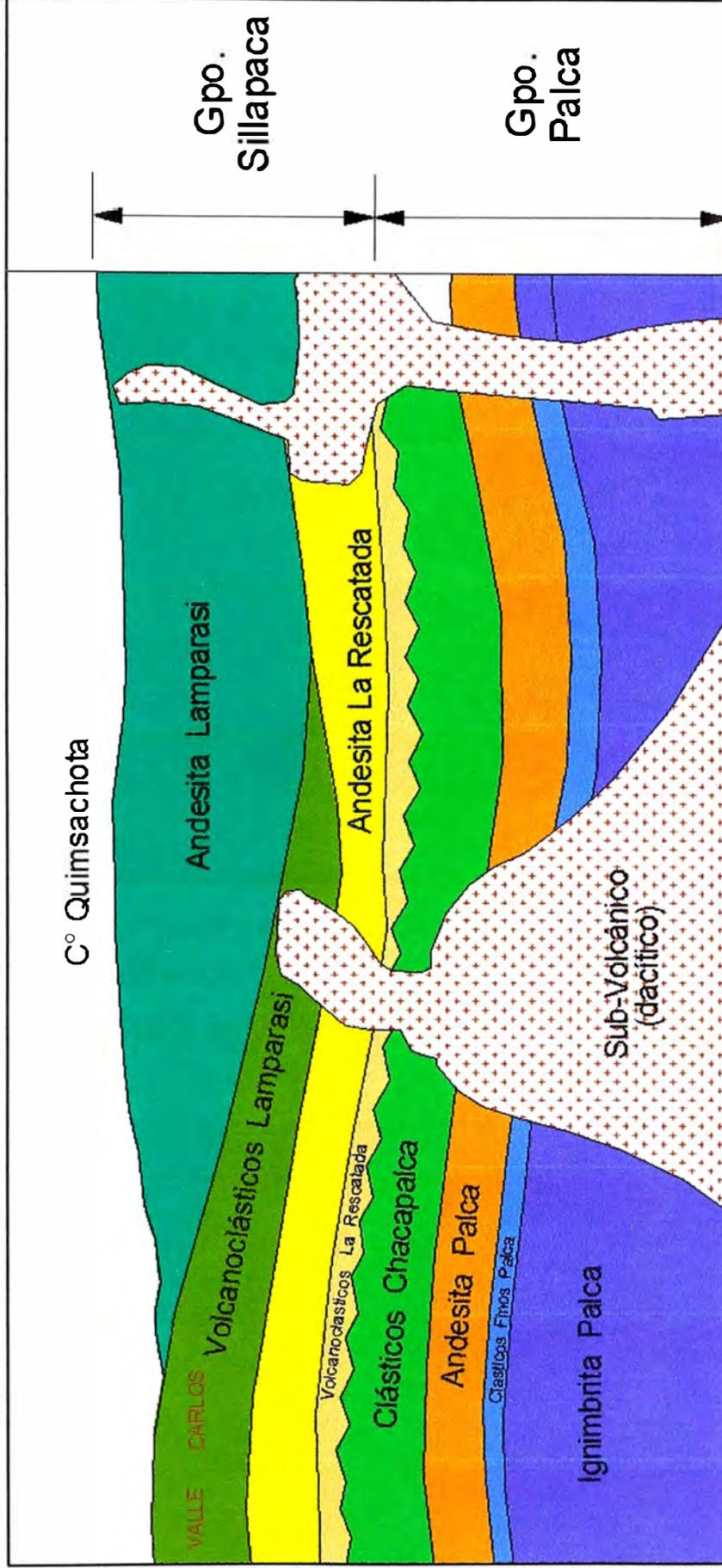
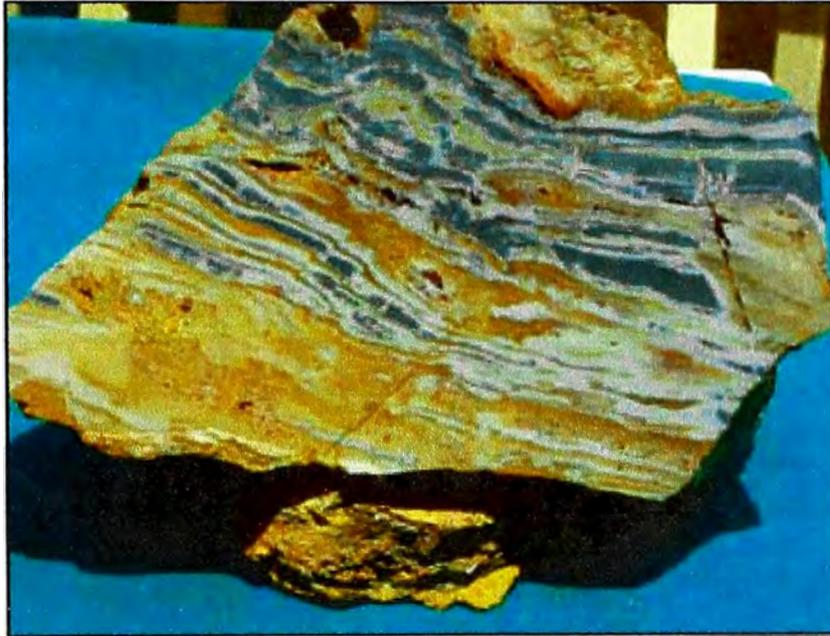


Figura 03

2.5.2. Grupo Sillapaca:

2.5.2.1. Volcanoclásticos La Rescatada: Secuencia delgada de material clástico fino bandeado en la cual se observa pirita orientadas según bandeamiento de la roca.



2.5.2.2. Andesita La Rescatada: Se caracteriza por presentar flujos en bandas, textura vesicular, plagioclasas orientadas y presentar coloración marrón rojiza. El espesor en Valle llega en promedio hasta los 40 m.



2.5.2.3. Volcanoclásticos Lamparasi: Esta sub-unidad presenta niveles clásticos intercalados con niveles de tufos; brechas muy locales se aprecian en este horizonte. Este nivel se encuentra alterado en Valle y presenta espesores de hasta 100 m.



2.5.2.4. Andesita Lamparasi: Es una gruesa secuencia andesítica de textura vesicular que no presenta flujos en bandas. Se observan fenos de plagioclasas que gradan a granos gruesos al tope. Este nivel puede llegar a tener 300 m de espesor y se ubica sobre los 4,900 m de altura. Se observa al NE del área Valle.



2.6. Geología del Depósito Mineral Valle

2.6.1. Litología

Este depósito se ubica dentro de los volcanoclásticos Lamparasi, los que afloran en superficie. Por su permeabilidad esta unidad ha sufrido intensa alteración hidrotermal y es la que ha hospedado la roca mineralizada. Infrayaciendo a estos volcanoclásticos se encuentra la Andesita La Rescatada.

2.6.2. Geología Estructural

Existe un fuerte control estructural ocurrido antes, durante y después del evento de mineralización. La parte central del área de Valle está controlada por un sistema de fracturas N80°E, el cual al interceptarse con los sistemas N35-45°W crearon los canales por donde ascendieron los fluidos hidrotermales conteniendo Au. El control ENE se observa en el Cerro Ajanani.

La parte Norte está controlada además por estructuras mineralizadas N30-60°E, posiblemente relacionadas a fracturas de extensión. Muchas de estas estructuras están cubiertas por material cuaternario lo que dificulta su reconocimiento.



Foto 01: Zona triturado y/o panizado relacionada a una zona de falla.

2.6.3. Alteraciones

Se encuentra fuertemente silicificado predominando la sílice granular muy compacta con intenso fracturamiento polidireccional, el cual se traduce en un fuerte craquelamiento. El oro se asocia a la sílice granular, vuggy silica y sílice masiva fracturada con impregnaciones de jarosita en menor grado a la sílice alunita.

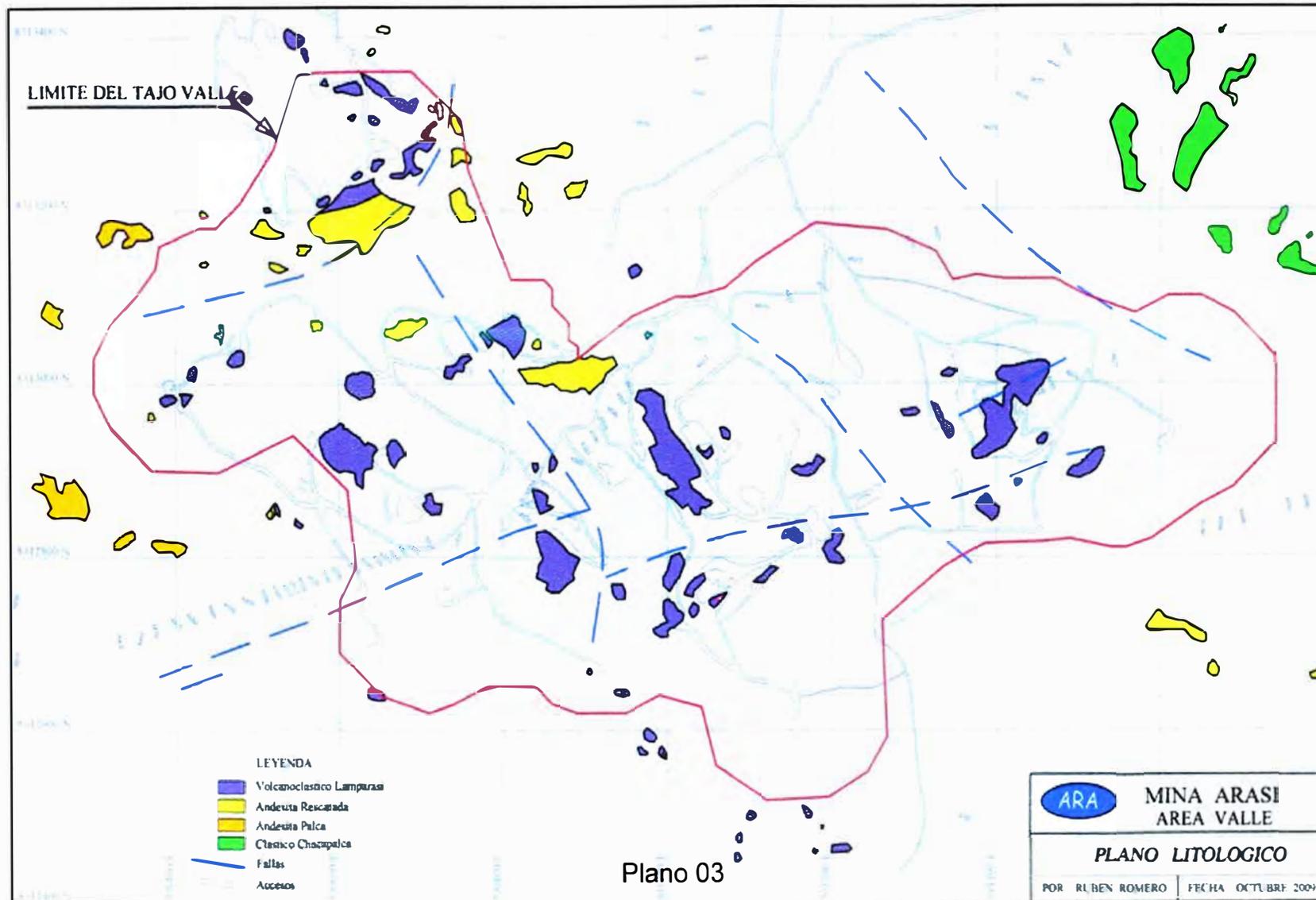


Foto 02: Talud de plataforma con intenso craquelamiento y oxidación

Posiblemente el centro del sistema hidrotermal se encuentre a unos 2km al E del área Valle, en el Cerro Huaricane. En los taladros perforados en estas zonas se observa feeders como ascensos de canales silíceos brechados que llegaron hasta las partes altas y diseminaron mineral en el nivel permeable de los volcanoclásticos Lamparasi, entre las cotas 4600 y 4800 msnm, extendiéndose este mineral hasta el área Valle a través del control estructural NW.

Existe un predominio de sílice granular en Valle. Esta sílice se halla intensamente fracturada con impregnaciones de óxidos y jarosita, especialmente en el cerro Ajanani ubicado al Este de Valle.

PLANO LITOLOGICO DEL AREA DE VALLE



SECCION ESQUEMATICA DEL AREA VALLE - LITOLOGIA

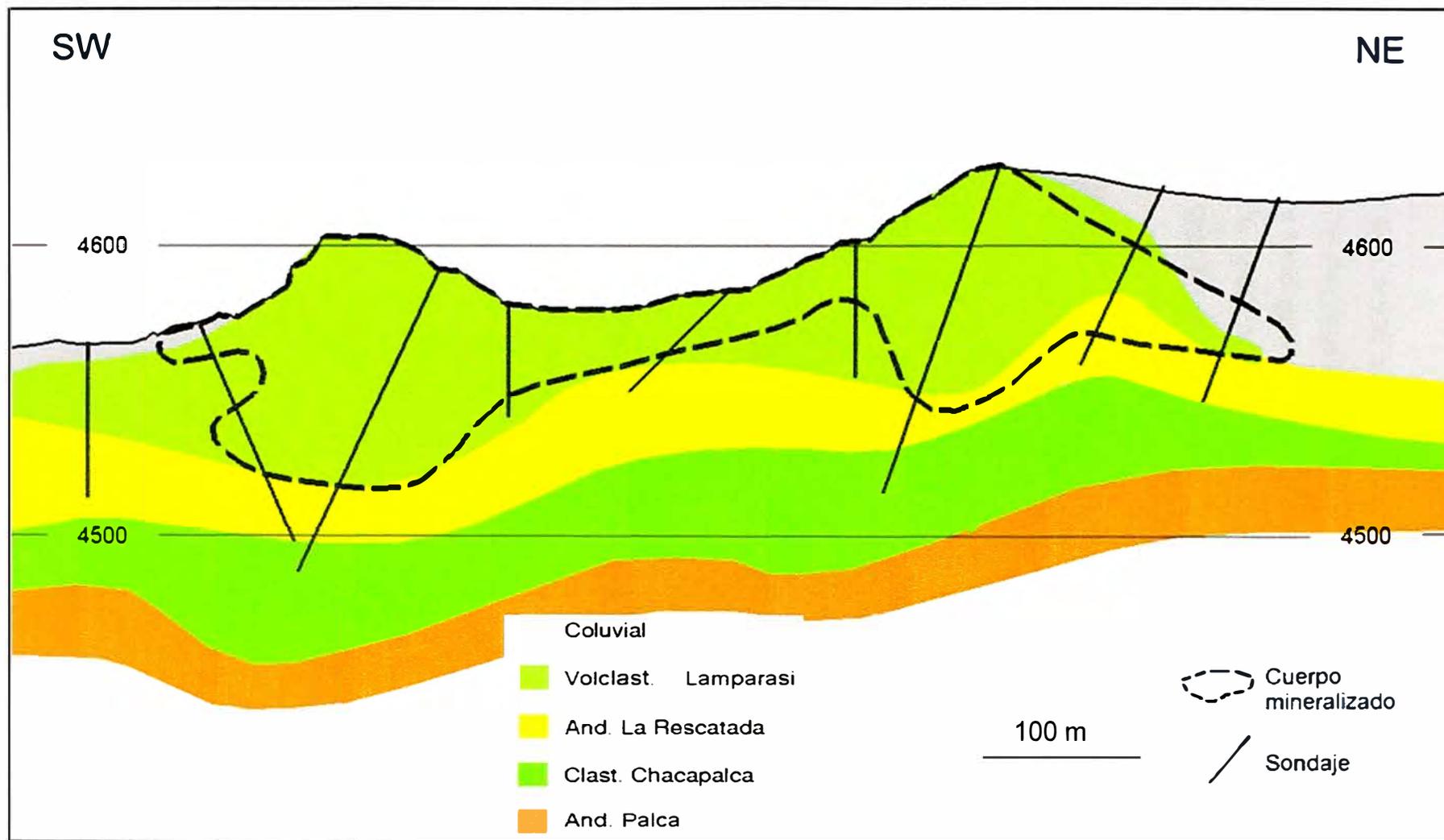


Figura 04

2.6.4. Mineralización

Este yacimiento es de tipo ácido sulfato conteniendo oro diseminado. Se tiene una correspondencia Au-jarosita, en un contexto de sílice granular con contenidos de jarosita, y también una débil correspondencia Au-baritina, en roca con alteración sílice granular con presencia de cristales prismáticos y aciculares de baritina transparente.

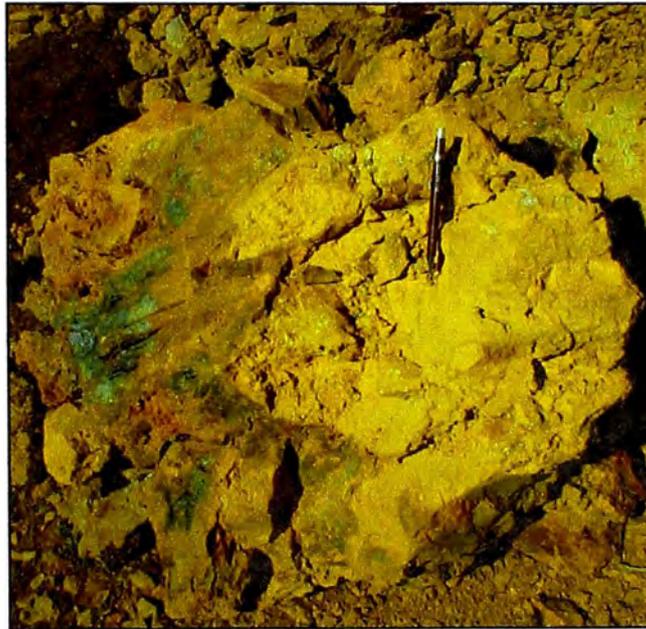


Foto 03: Abundante jarosita impregnada sobre roca sílice - alunita

SECCION ESQUEMATICA DEL AREA VALLE - ALTERACION - MINERALIZACION

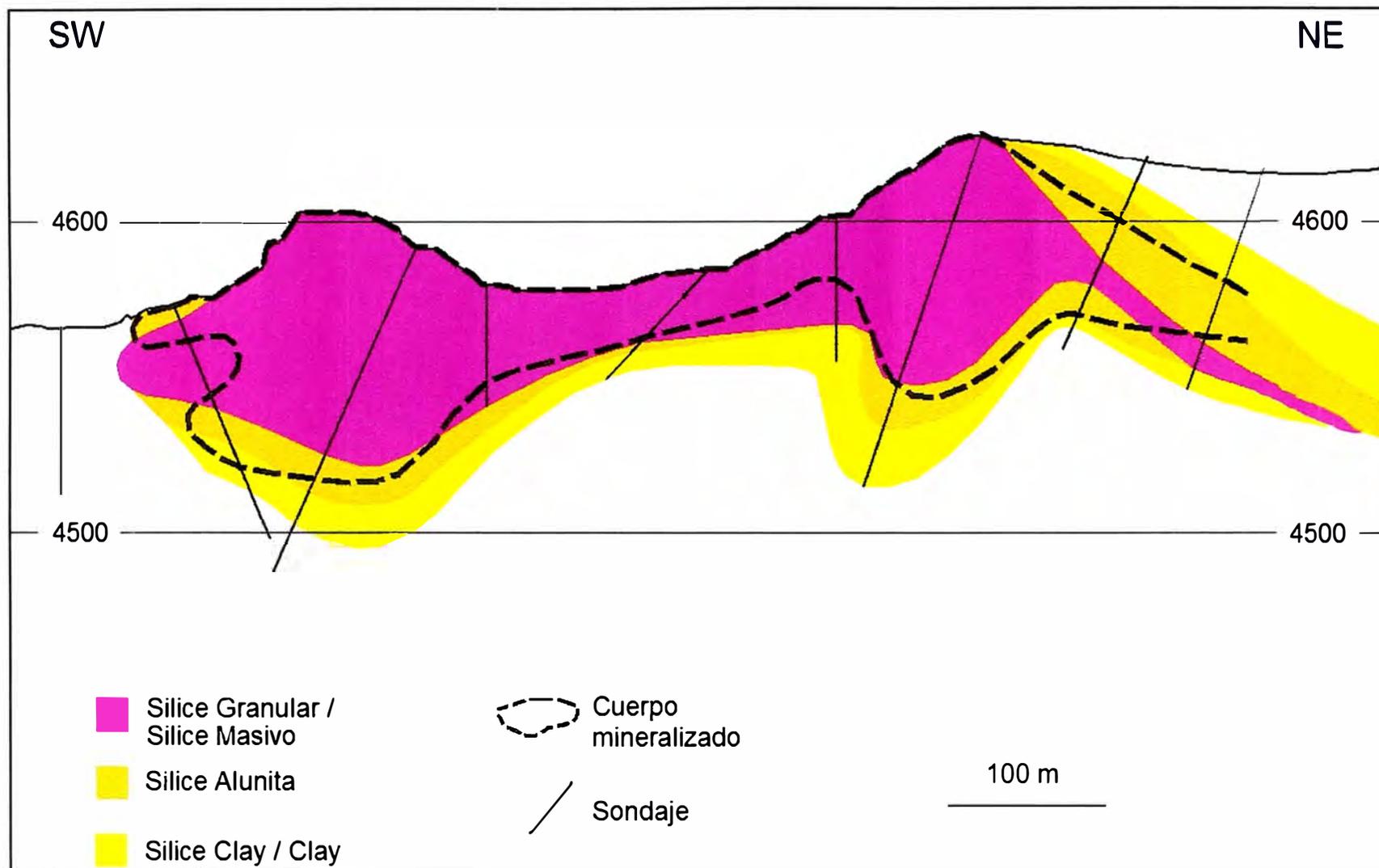


Figura 05

2.7. Geología del Depósito Mineral Carlos

2.7.1. Litología

En esta área están involucrados los volcanoclásticos y las andesitas Rescatada. Las secuencias volcanoclásticas se presentan intercaladas con lavas de andesita porfirítica fina con niveles de textura bandeada y andesita vesicular, alcanzando en conjunto un espesor promedio de 260m entre las cotas 4615 a 4875 msnm.

Los extremos Sur y Norte del área se encuentran limitados por lavas andesíticas de grano fino y grueso respectivamente.

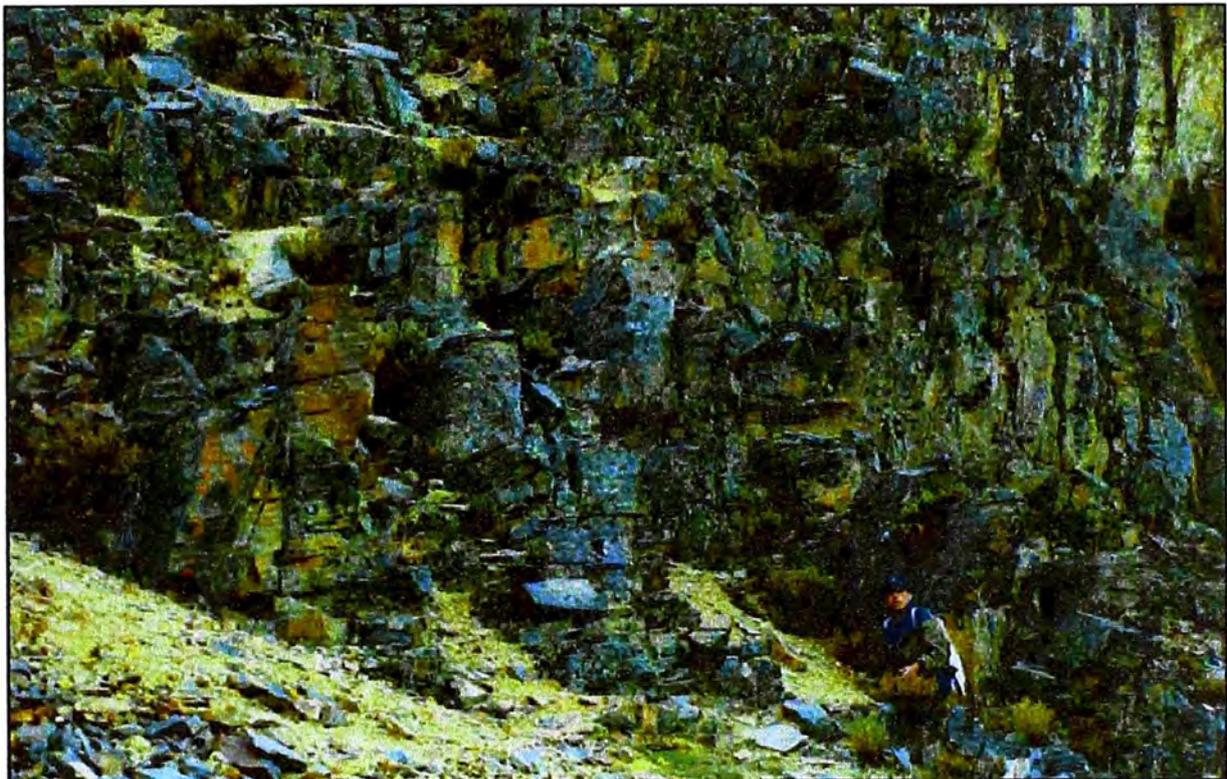


Foto 04: Flujo laminar andesítico en la zona de Carlos.

SECCION ESQUEMATICA DEL AREA DE CARLOS - LITOLOGIA

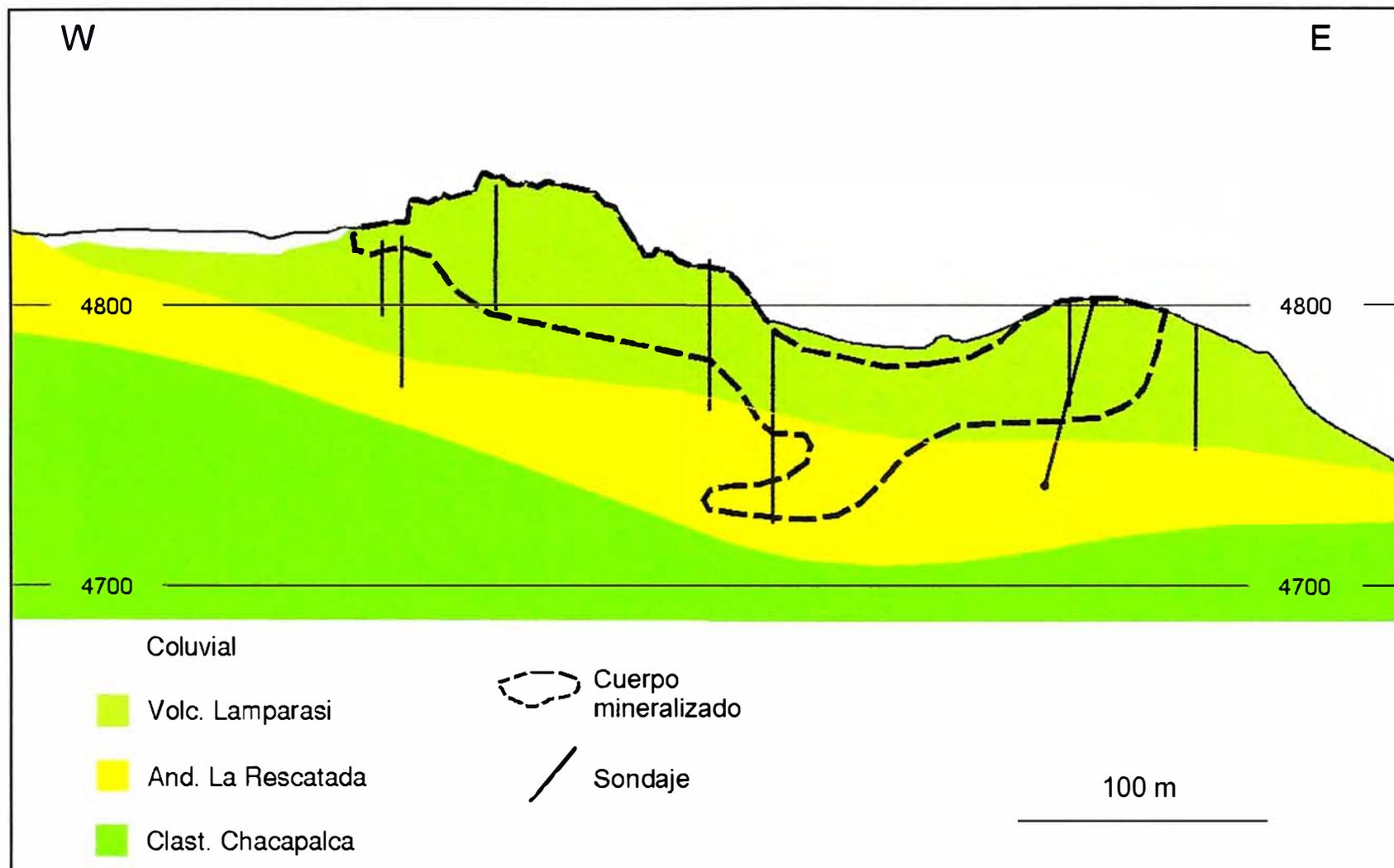


Figura 06

2.7.2. Geología Estructural

El área está controlada por un lineamiento de falla N40°W (Falla TIM = Corredor Carlos-Janet-Jessica), dividiéndola en Carlos Alto y Carlos Bajo, cada una con su propio control estructural.

En Carlos Alto las tensionales de la falla TIM de rumbo E-W y N80°E, son cruzadas posteriormente por el sistema N10-30°W, el cual controla la mineralización, así como la forma alargada de sus afloramientos. Mientras que en Carlos Bajo se tienen dos sistemas de estructuras mineralizadas; con rumbo N55-60°W y otro con rumbo N60°E, que son las que presentan en su sector Sur el mayor contenido de Au.

2.7.3. Alteraciones

El depósito Carlos está conformado por Carlos Alto y Carlos Bajo, de acuerdo a su altitud en la topografía del terreno.



Foto 05: Ubicación de las zonas de Carlos Alto y Carlos Bajo

La silicificación es intensa en todo el área, predominando el tipo sílice granular de textura sacaroide y compacta, principalmente emplazado en rocas volcanoclásticas. Carlos Bajo presenta poco fracturamiento, bordeando estructuras de sílice masiva.



En Carlos Alto el grado de fracturamiento es mayor y polidireccional con diferentes grados de craquelamiento. Presenta un evento posterior de sílice masiva relacionado a fracturas EW que se emplaza entre estos planos de fracturamiento y transversal a la misma alteración sílice granular compacta y vuggy.

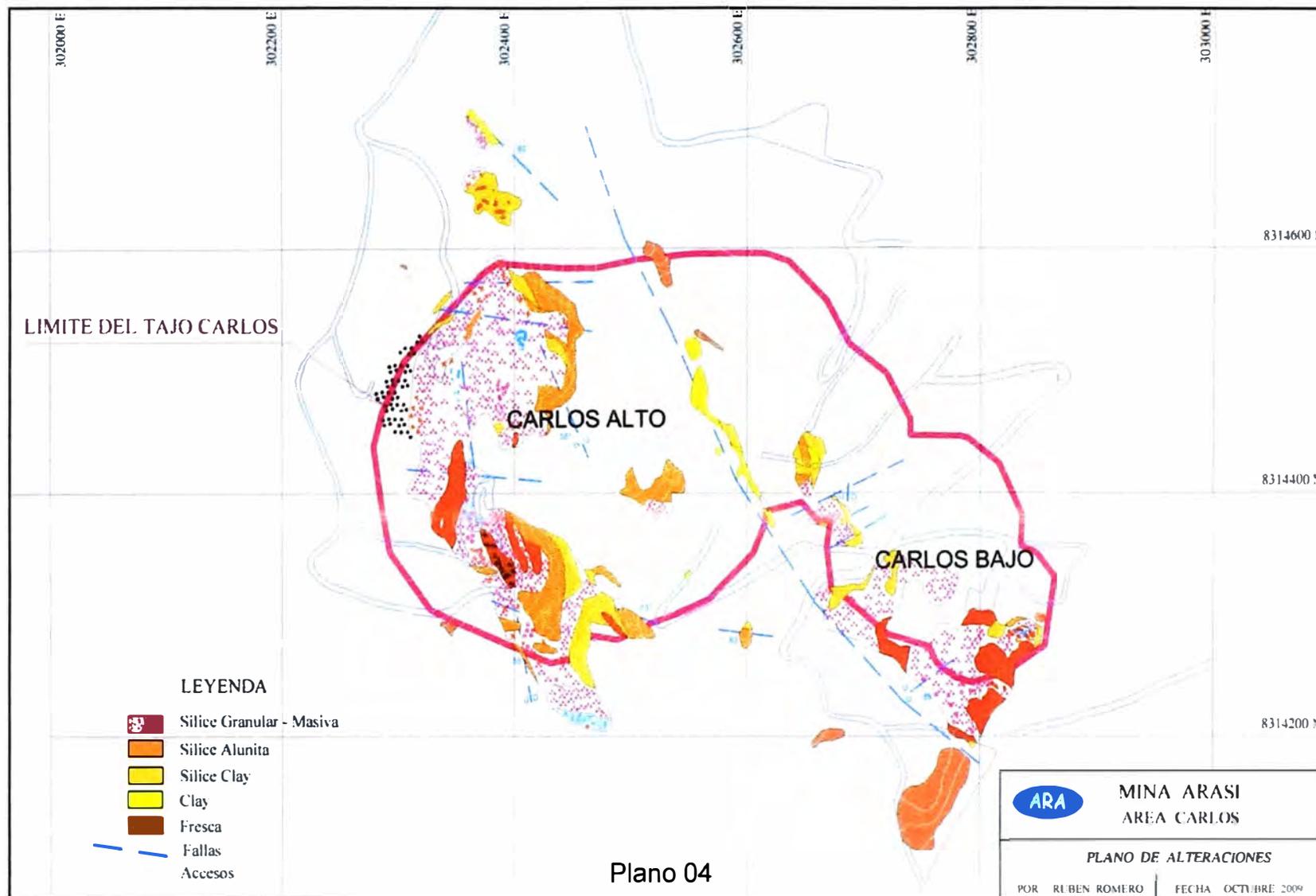
Aunque es frecuente encontrar ópalo en cavidades o parches en roca sílice masiva, es en Carlos Alto, en su borde Sur, donde se ha reconocido con mayor frecuencia. En ambas zonas, los cuerpos síliceos se encuentran limitados por sílice alunita o sílice clay.

2.7.4. Mineralización

En Carlos Alto se presentan limonitas pardas rojizas, baritina y trazas de pirita. Los mayores valores corresponden a zonas de alteración sílice granular craquelada o de estructuras de brecha crackle.

En Carlos Bajo, se tiene mayor presencia de pirita fina y baritina; algunas estructuras silicificadas en estas zona tienen leyes de hasta 16 gr Au/TM. Las reservas de mineral en las áreas Carlos Alto y Bajo son significativas y tienen una ley promedio de 0.73 gr Au/TM.

PLANO DE ALTERACIONES DEL AREA DE CARLOS



SECCION ESQUEMATICA DEL AREA DE CARLOS - ALTERACION - MINERALIZACION

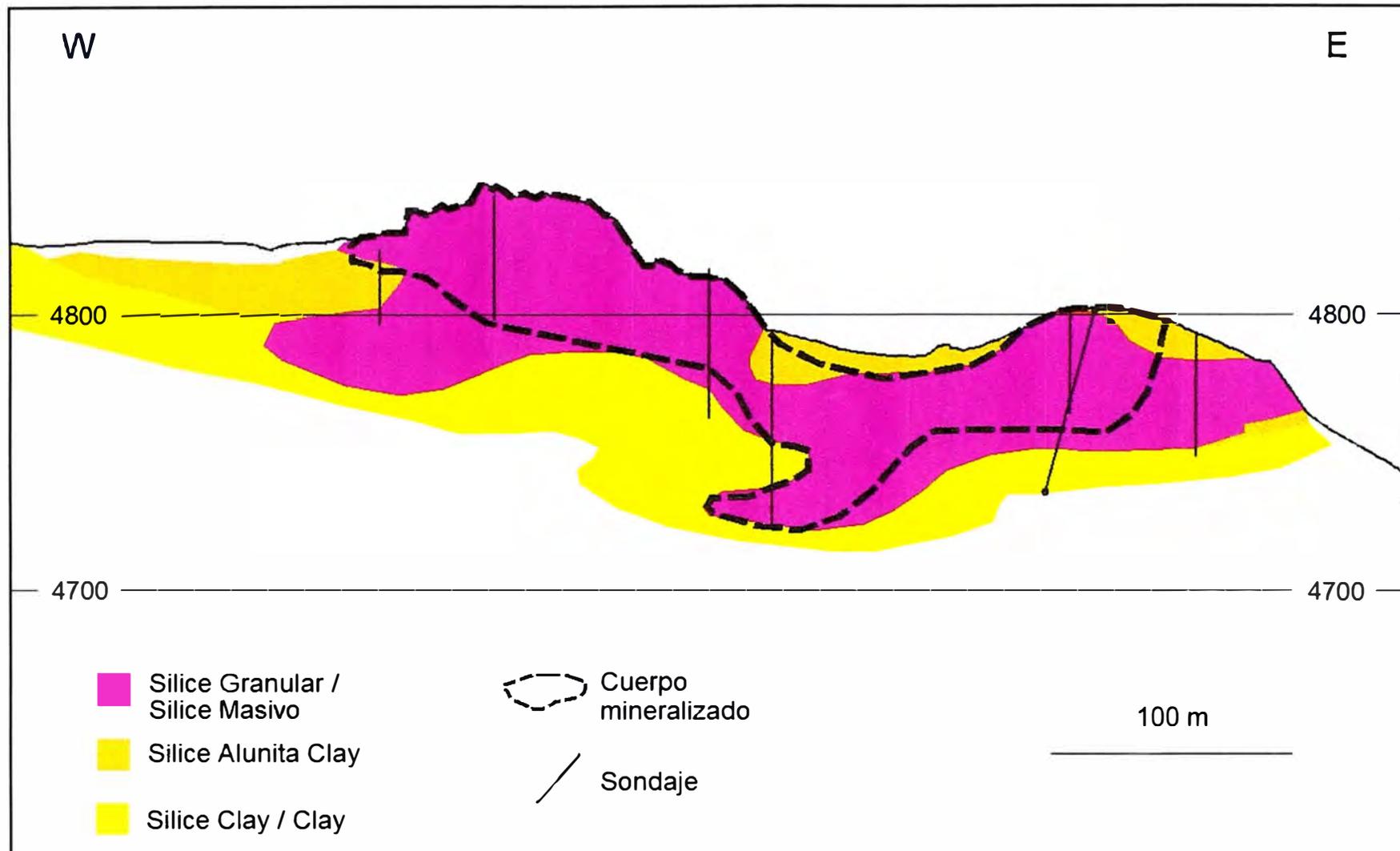


Figura 07

CAPITULO III: CONTROL DE MUESTREO EN ARASI

3.1. Generalidades

El departamento de geología mina cumple una labor de vital importancia para la vida de la operación en lo que se refiere a la calidad del muestreo que realiza a diario en los tajos. Se debe tener el máximo cuidado para que el mineral con contenido de oro sea extraído, transportado y recuperado en su destino final que es el pad con el mínimo posible de pérdida de dicho material.

3.2. Definición de Muestra

Según el diccionario de la lengua española:

Muestra es una parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa del mismo.

Muestreo es la acción de recoger muestras representativas de la calidad o condiciones medias de un todo o la selección de una pequeña parte estadísticamente determinada para inferir el valor de una o varias características del conjunto.

Población o lote es el conjunto completo de observaciones que deseamos estudiar. En el muestreo estadístico la población está compuesto por objetos de igual peso y en el muestreo por minerales el lote está compuesto de objetos de diferentes pesos.

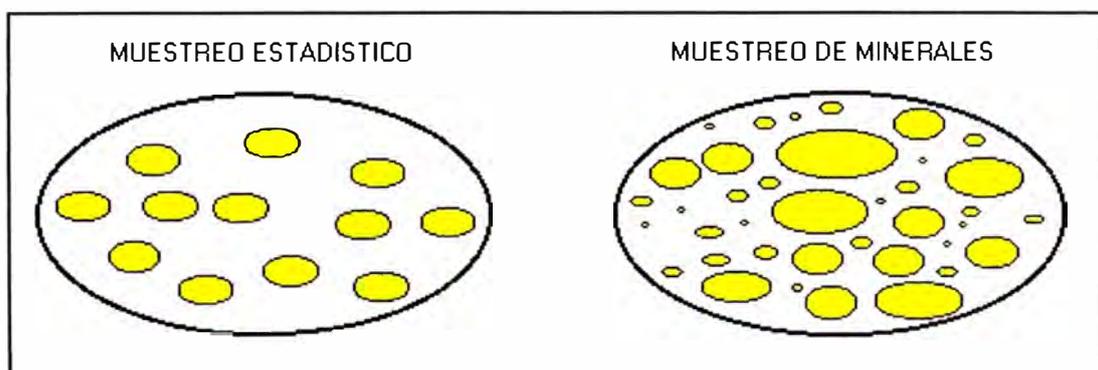


Figura 08: Muestreo estadístico y muestreo de minerales

3.3. Importancia del Muestreo

La importancia de que una muestra sea representativa, radica en la influencia que tienen los resultados de los ensayos cuantitativos y también su influencia cualitativa. La realización y el éxito de un proyecto de exploración y/o de una operación minera, desde la exploración hasta el cierre de mina, dependen de los resultados fidedignos de un muestreo debidamente programado, ejecutado e interpretado. Los resultados e interpretación del muestreo son la base para descartar un proyecto o para decidir pequeñas, medianas o grandes inversiones.

3.4. Metodología del Muestreo

Es una labor rutinaria y de extrema prioridad la cual permite la determinación de mineral y desmonte y debe ser representativo, por lo que se debe cumplir:

- Como se tomara la muestra
- Distancia entre muestras
- La cantidad de material de cada muestra

Si se cumple y ejecuta con rigurosidad estos pasos, tendremos la seguridad de que el proceso se llevo correctamente.

3.4.1. Etapas de un Muestreo

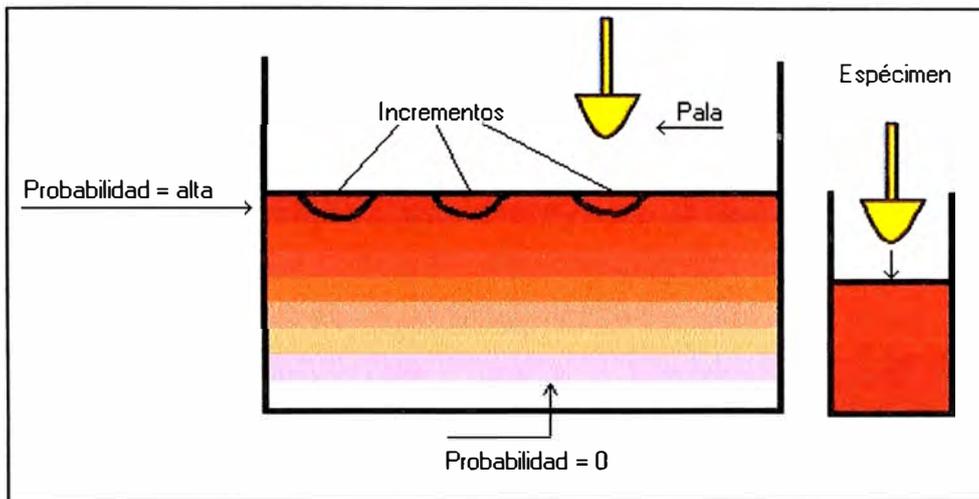
En todo muestreo debe estar establecido lo siguiente:

- ❖ Objetivo del muestreo
- ❖ Población a muestrear
- ❖ Datos a recolectar
- ❖ Manera de recolectar los datos
- ❖ Grado de precisión deseado
- ❖ Método de medida

Para cumplir bien la definición inicial del muestreo, se debe cumplir que el muestreo debe ser equiprobable.

En el caso de los minerales, el muestreo de un lote M_L compuesto de “N” fragmentos es equiprobable cuando todas las combinaciones de “n” fragmentos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para la constitución de la muestra (M_S es la muestra con n fragmentos).

Según Pierre Gy, creador de la teoría moderna del muestreo de minerales, cuando la condición de equiprobabilidad no se cumple, se tiene más bien un “espécimen” (un ejemplar) en vez de una muestra. La figura muestra un ejemplo de espécimen, las extracciones se basan en la hipótesis no realista y peligrosa de homogeneidad.



El operador toma incrementos de la parte más accesible del lote. La suma de los incrementos constituye un espécimen.

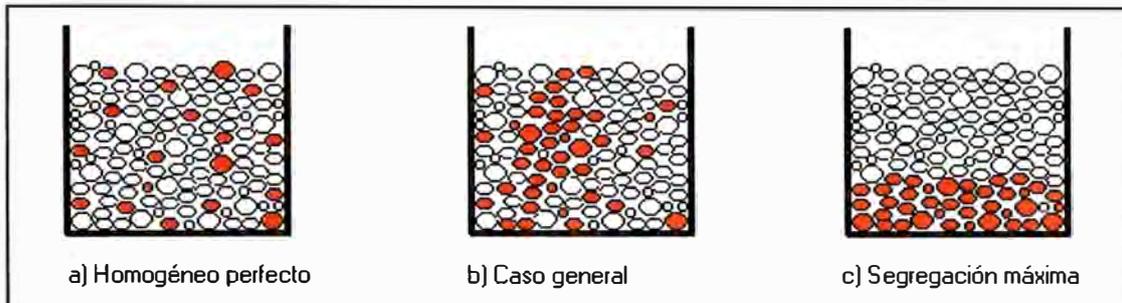
3.4.2. Consideraciones en la Toma de Muestra

Es difícil proporcionar recomendaciones prácticas acerca del muestreo de minerales, debido a que esta operación es realizada en todas las etapas de un proyecto minero y que no existen dos minas iguales entre sí.

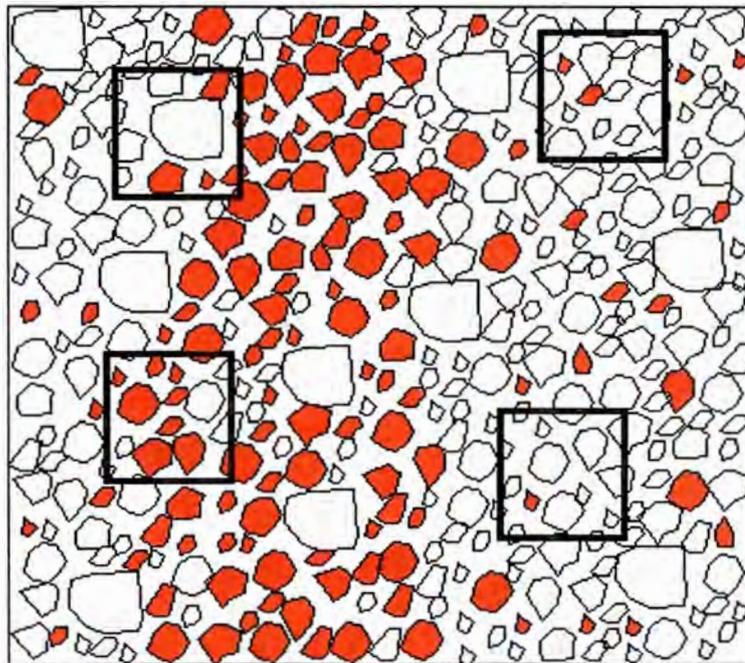
El punto fundamental es siempre no tener sesgos y resultados reproducibles.

3.4.2.1. La Segregación

Las partículas de mineral tienden a segregarse, las más pesadas tienen la tendencia de localizarse al fondo, sin embargo el fenómeno de segregación es más complejo y depende de la granulometría, formas y pesos de las partículas.



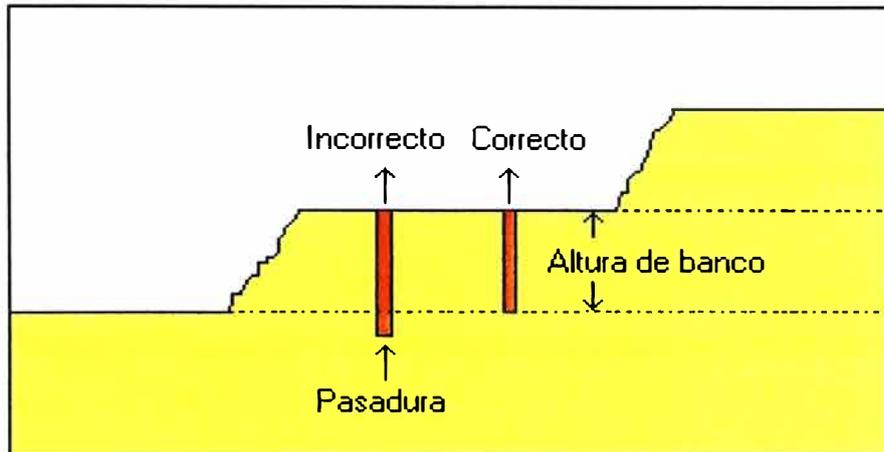
Una solución para disminuir el efecto de segregación en la toma de muestra es realizar varios incrementos, es decir, tomar un cierto número de submuestras para constituir una muestra primaria como se muestra en la figura.



Incrementos para constituir una sola muestra, disminuyendo el efecto de segregación.

3.4.2.2. La Delimitación de la Muestra

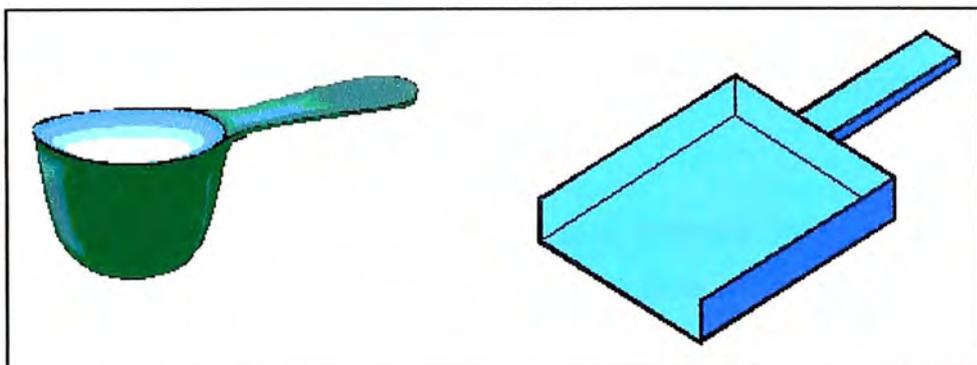
Está íntimamente ligado con la representatividad de la misma. Es fundamental que la delimitación de la muestra a tomar sea la correcta. Por ejemplo, la muestra de taladros blasthole debe ser lo más representativa evitando en cualquier caso la pasadura ya que en caso contrario traería errores los resultados analíticos obtenidos.



La muestra debe representar al banco

3.4.2.3. Diseño de Palas

Las espátulas y palas tienen que tener un diseño recto con bordes laterales para no perder material y evitar el problema de la segregación, proporcionándonos muestras equiprobables. En algunos laboratorios se utilizan aun diseños curvos.



El cucharón curvo es incorrecto.

3.5. Requisitos para la adecuada Toma de Muestra

- ✓ Los cortes deben hacerse a intervalos de tiempo o espacios adecuados y uniformes.
- ✓ El volumen o peso de la muestra que se saca en estos cortes deben ser constantes.
- ✓ Debe evitarse la segregación del mineral.

La representatividad de una muestra respecto al total de mineral se reflejará en tres aspectos a considerar:

- ❖ Contenido de mineral
- ❖ Características mineralógicas
- ❖ Tamaño analizado

Los problemas inmediatos que encara la persona que extrae una porción representativa de muestra son:

- Cuanta de muestra debo tomar
- Como debo muestrear

El plan de muestreo, describe la sucesión de las operaciones que tienen como objetivo, obtener a partir de un lote una muestra representativa para los ensayos. Se compone de dos operaciones principales:

- a) La fragmentación: Es la operación en las que las partículas grandes tienen la tendencia a localizarse en el fondo. Este fenómeno es muy complejo ya que depende de la granulometría, forma y peso de las partículas.
- b) La homogenización: Es la operación que permite homogenizar el tamaño y distribución de las partículas y de este modo eliminar toda segregación obteniendo la mejor distribución espacial de todos los constituyentes.

3.6. Errores en la Toma de Muestra

El procedimiento de muestreo debe ser perfectamente conocido por el responsable y deberá vigilar que ningún error pueda ser introducido.

- a) Contaminación: Evitar en el muestreo la introducción de materiales extraños al lote, para esto el equipo utilizado deberá ser fácil de limpiar y resistente a la abrasión y corrosión.
- b) Pérdida de material: Toda operación o acción que implique la pérdida de una parte de la muestra que debe ser evitada. Por ejemplo la liberación de partículas que se quede en el circuito de muestreo o al evitar que alguna partícula caiga fuera del depósito de la muestra.
- c) Modificación de las propiedades químicas: Las muestras pueden sufrir transformaciones químicas importantes al filo de las operaciones de muestreo. Así las reacciones de oxidación y sulfatación pueden ocurrir espontáneamente o ser favorecidos por las condiciones operativas del muestreo.

Los principales errores en la práctica son los siguientes:

3.6.1. En Muestras de Canal

- ✓ Muestreo en mayor proporción del material más blando y/o frágil o de fragmentos grandes de material duro.
- ✓ Orientación incorrecta de la muestra en relación con el cuerpo geológico.
- ✓ Determinación incorrecta de la posición espacial de la muestra.
- ✓ Ignorar los contactos litológicos importantes al marcar y tomar las muestras.

3.6.2. En Muestras de Sondajes

- Testigo muy fragmentado, muestreo exclusivo de fragmentos gruesos, dejando el material fino en la caja.
- Unión de intervalos de testigos con diferentes diámetros o diferentes significativos de recuperación.
- Ignorar los contactos litológicos importantes al marcar y tomar las muestras.
- Ausencia de mediciones de la desviación.
- En muestras para densidad, sesgo en la selección de fragmentos o intervalos.

3.6.3. Errores en la Preparación de la Muestra

- Mantas no adecuadas y/o utensilios contaminados.
- Muestras no homogenizadas
- Uso de equipos de cuarteo deficientes
- Chancado demasiado grueso
- Manipulación incorrecta de las muestras
- Alta rotación de personal obrero en la preparación de la muestra.

3.6.4. Errores en los Análisis

Cuando la muestra pasa al laboratorio y se conoce su ley, se debe efectuar análisis de comprobación, para determinar si dichos análisis han sido realizados correctamente o por el contrario si se han producido errores. Estos errores pueden ser:

3.6.4.1. Error Fortuito

Son aquellos que se cometen en forma casual, frecuentemente son fallas de los analistas, se pueden considerar que siempre existen. Para encontrarlos se realiza la repetición de los análisis en el propio laboratorio y se comparan los pares de datos en la cual se observan si existen desviaciones.

3.6.4.2. Error Sistemático

Se llama así porque genera desviaciones siempre en el mismo sentido. Para su comprobación se envían duplicados de muestras a un laboratorio de reconocido prestigio y se comparan los datos con los obtenidos en nuestros análisis para corregir dicho error.

3.7. Errores en las Estimaciones

- La heterogeneidad geológica
- Alta rotación del personal empleado en el logueo de los sondajes
- Utilización de personal poco calificado
- Dificultades en la codificación de datos como códigos distintos para litologías similares, uso excesivo de códigos, codificación demasiado compleja, etc.
- Uso de sistemas o programas de estimación inadecuados.

3.8. Errores relacionados con el Reporte de los Resultados

- ❖ Insuficiente detalle sobre los métodos empleados
- ❖ Uso indistinto de formatos de números y símbolos
- ❖ Diferencias en el número de decimales
- ❖ Errores en la unidad de medida
- ❖ Cambios no anunciados en los formatos de los reportes

3.9. Errores relacionados con el Sistema Interno de Control de Calidad

- Deficiente sistema interno de control de calidad
- No procesamiento de los datos de control interno de calidad

3.10. Errores frecuentes en la Preparación de la Base de Datos

- Digitación innecesaria cuando hay entrada digital.
- Uso de fórmulas en la numeración de las muestras.
- Digitación repetida de la misma información.
- Combinación de diversos parámetros en una sola celda.
- Uso indiscriminado de diferentes símbolos y/o caracteres.

3.11. Taladros de Producción

Es el muestreo más importante en la fase de producción de la mina, la cual es realizada sobre mallas ubicadas en los niveles de los bancos a ser perforados y luego volados. Este tipo de perforación define exactamente el contenido de mineral de interés económico que va ser enviado a los pads de lixiviación.

Como en toda mina en operación, los datos de estimación no suelen ser lo suficientemente consistentes como para centrar en ellos toda la confianza necesaria, por lo que se hace preciso conseguir más información muestreando los montículos que se generan en la perforación de los barrenos para voladura, ya que este material cumple las condiciones necesarias.

La toma de muestra se realiza a partir de los montículos o conos originados por esta perforación, saliendo de aquí ya sea mineral que va al pad, o el desmante hacia los botaderos.



Foto 06: Muestreo en taladros de producción.

3.11.1. Cartografiado de los Taladros

- Proyecciones geológicas para generar el modelo de bloques a corto plazo.
- Información geológica para el desarrollo geológico de la mina, como identificar el tipo de sílice, granulometría, arcillas y óxidos.
- Información litológica para geotecnia.
- Información geológica para el departamento de exploraciones.
- Ayuda a identificar los cambios mineralógicos del yacimiento y efectuar reajustes en los factores de densidad de las rocas, la cual afecta la recuperación del oro y el tonelaje de la operación.

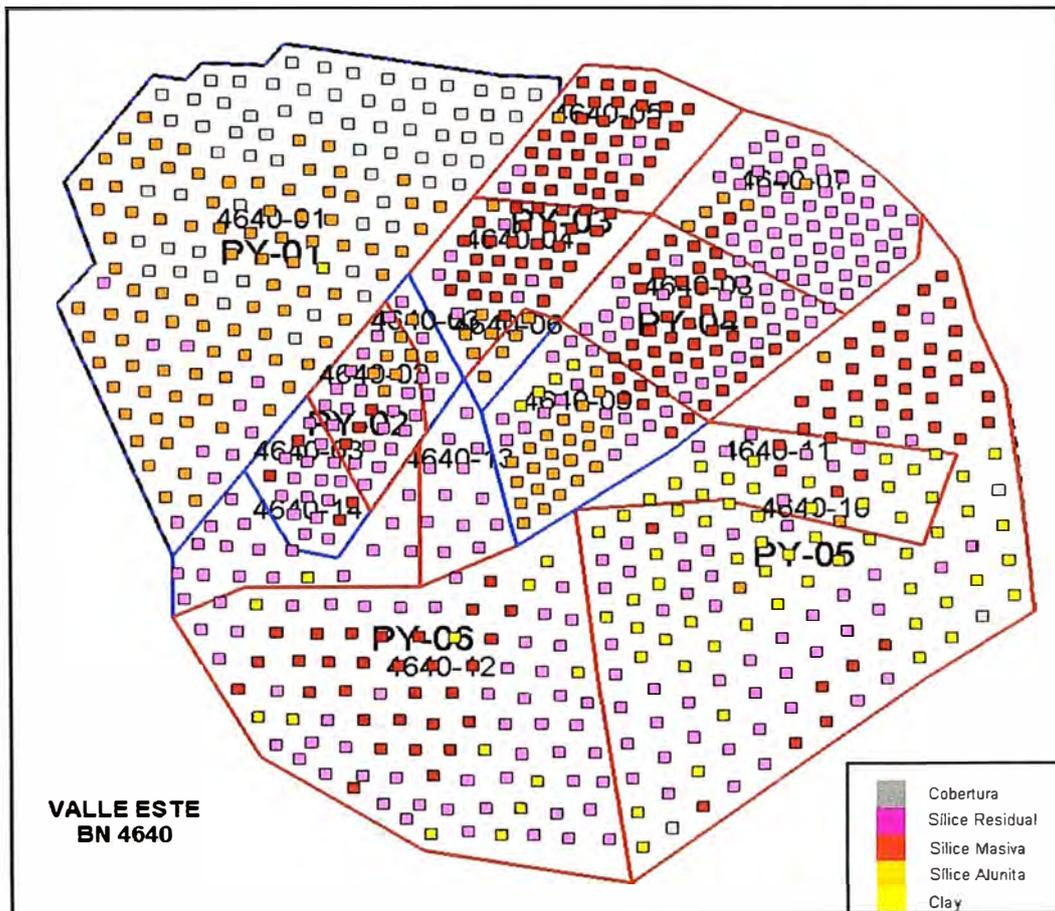


Figura 09: Cartografiado de los taladros de perforación.

3.11.2. Trabajo de Gabinete después del Cartografiado

- Transferencia de información a la base de datos.
- Validar la malla de perforación en cómputo. La interpretación se hace con la ayuda del software Minesight de bancos, taladros y niveles de mineralización e imprimiendo planos cuando la necesidad requiera.
- Información a operaciones mina acerca de la mineralización para su minado.
- Reportar a diario los taladros cartografiados y su interpretación, para el modelamiento geológico a corto plazo.

3.12. Toma de Muestra en los Conos

El objetivo es obtener muestras representativas y homogéneas

- Que en el planeamiento semanal sea realizado con la información actualizada de este tipo de muestreo, para obtener la mejor ubicación de los polígonos a minar.
- Tener un dato real de la dilución en el material perforado.
- Obtener datos confiables.
- Tener una buena proyección del tonelaje y las onzas de oro a minar y extraer.

El procedimiento es el siguiente:

- ❖ El muestrero deberá revisar con anticipación los equipos de protección como casco, respirador, tapones de oído, anteojos de seguridad, zapatos de punta de acero así como los materiales principales usados en la toma de muestra.
- ❖ Deberá coordinar con su contraguardias sobre las incidencias de la perforación de muestras relevantes, porcentaje de recuperación, estado de las herramientas de trabajo, etc.
- ❖ Coordinara con el perforista la zona a perforar, iniciándola sobre las caras libres de los bancos por donde se iniciara el carguío con el fin de anticipar las leyes.

- ❖ Cuando se haya perforado la cota indicada por topografía se debe continuar la perforación de la sobrerotura o pasadura, este tramo es realizado para llevar el control del piso del banco siguiente.



Foto 07: Muestreo en los conos

- ❖ El muestrero medirá con wincha la profundidad perforada por el barreno.
- ❖ El muestrero tomará la muestra de los blastholes, en canales en forma de cruz y lo colocará en bolsas adecuadas para luego ser etiquetada con datos como la fecha, tajo, banco, número de proyecto, inclinación, azimut, número de taladro, etc.; también se mencionará el tipo de ensayo a realizar por laboratorio, que esta mina es por oro.
- ❖ Con la descripción del cono por parte del geólogo de mina, podemos obtener mapas litológicos, alteraciones y de dureza de la roca, datos que son requeridos por el departamento de voladura, para el diseño de la malla.

3.13. Muestras de Volquetes

Son tomadas de los volquetes que transportan el mineral o de las rumas dejadas por ellos en las zonas de descargas. Para esto se toma de manera significativa porciones de mineral que luego es cuarteado para obtener la muestra a analizar.

Este muestreo es aproximado, referencial y no exactamente representativo, ya que obligatoriamente la muestra es superficial y es realizado por el geólogo en el carguío o por personal del pad en la zona de descarga, como un valor de referencia para certificar la ley que se envía de los polígonos de mineral de los tajos operativos.



Foto 08: Volquete o ruma de descarga a muestrear.

El mineral del polígono enviado tiene una ley que resulta del promedio de todas las leyes parciales de los taladros que se encuentran dentro del polígono de la zona de carguío. Sin embargo, si bien el pesado de los volquetes nos da el tonelaje total, no podemos decir que el muestreo de volquetes tendría la ley promedio del polígono, ya que habría zonas de alta,

mediana y baja ley muestreadas en el momento de su toma, que harán variar dicho promedio.

Algo más lógico y representativo, es de realizar cuadros comparativos de un muestreo sistemático por puntos de cada cinco o diez volquetes en la salida como en la descarga hasta acabar el mineral del polígono, luego tendríamos una ley promedio del frente de carguío, una ley promedio de llegada y otra ley promedio calculada por el Minesight.

Después de este proceso solo queda compararlas y determinar cual de estas se acerca más a las leyes recuperadas por planta dentro de los pads. Se debe tener cuidado con este manejo, ya que estamos trabajando con valores confidenciales y de mucha importancia para la vida de la mina.

3.14. Muestreo de Canales

El muestreo de taludes de bancos en explotación se realiza para corroborar el modelo geológico y/o para tener información de lugares con poca información. El responsable es el geólogo de mina, bajo su dirección se planifica y realiza la toma de muestras.

Procedimiento

- El personal deberá contar y utilizar de manera obligatoria los implementos de seguridad personal como casco, anteojos, zapatos de punta de acero, respirador y de ser necesario arnés de seguridad.
- Llevar al campo como implementos indispensables para el muestreo: comba, lampa, cinta de colores, bolsas, cinta de marcar, engrapador, y marcadores indelebles.
- El geólogo a cargo deberá coordinar el trabajo con su jefe y los supervisores de la mina, para no coincidir con la presencia de equipo pesado en el área. Si es zona de tránsito, deberá evaluarse su cercanía con la zona de trabajo y deberá colocarse cintas de

seguridad delimitando el área. Asimismo deberá colocarse carteles previniendo la cercanía de personal trabajando, en caso de no reunir las condiciones de seguridad necesarias, no se deberá realizar el muestreo.

- Una vez asegurada la zona, se delimitará cada cinco metros o de acuerdo a la indicación del supervisor, marcando con pintura en la pared del talud.
- Considerando las características geológicas de la zona y las indicaciones del geólogo, el muestrero procederá con la orientación de los canales en forma vertical, horizontal o diagonal al buzamiento del nivel mineralizado.
- Se procederá con la limpieza del canal dejando la superficie expuesta, eliminando toda traza de contaminación (material orgánico, detritus, etc.).
- Una vez completada la toma en la longitud del canal, esta se etiquetará y se cerrará adecuadamente.



Foto 09: Muestreo de canales

- Se procede con el marcado en el terreno del número de muestra del canal, señalándolo en el lugar con cinta marcadora para su levantamiento posterior.
- Se toman los datos referentes a la longitud del canal, banco, tajo, etc., así como del tipo obtenido y se traslada la muestra al laboratorio para su análisis respectivo.
- Se comunicará posteriormente al área de topografía para que realice el levantamiento topográfico de los canales muestreados.

3.15. Muestreo de Pilas

Son rumas de material fragmentado acumulado cuando se nivela las plataformas de perforación o se corta afloramientos rocosos en zonas de mineral, esta acción generalmente se realiza cuando comenzamos el desbroce de los cerros y descubrimos in situ la roca mineralizada con características adecuadas para ser muestreadas. Para ello se toma de manera significativa porción de mineral que luego es cuarteado para obtener la muestra a analizar.



Foto 10: Muestreo de pilas.

CAPITULO IV: FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINA

4.1. Organización y Ubicación del Proceso

El departamento de Geología Mina lo dirige el jefe de Geología Mina y está dividido en áreas:

- Geología Mina
- Control de calidad (ore control)
- Proyectos

En cada área se realizan procesos de gran responsabilidad e importancia en el manejo de la información, para un correcto trabajo e interacción con el desarrollo de la mina.

4.2. Organigrama en el Área de Geología Mina

El departamento de Geología Mina cuenta con geólogos de mina, asistentes de geólogo de mina, jefes de guardia, muestreros, controladores de mineral y asistentes de campo.

4.3. Funciones del Área de Geología Mina

En Arasi el objetivo es enviar mineral al pad con los mejores parámetros de calidad para su adecuada recuperación, por ello se debe cumplir con las siguientes funciones:

- Brindar información geológica al proceso de minado.
- Alcanzar la representatividad de la muestra para lo cual se debe emplear las técnicas adecuadas.
- Enviar mineral con contenido metálico igual o por encima del cutoff de minado, para lo cual se certifica las leyes enviando las contramuestras a laboratorios externos.
- Realizar programas de perforación, muestreo en los tajos y alrededores con el fin de encontrar zonas de interés que al principio no fueron detectados.
- Coordinar con el área de voladura, la adecuada fragmentación de sus disparos, con el fin de bajar los costos operativos.

- Supervisar en las descargas de mineral y el blending cuando el mineral lo requiera, para obtener una lixiviación homogénea.
- Cumplir con el programa de producción mensual y anual proyectada por la gerencia de operaciones mina.
- Controlar la dilución del mineral llevando en el carguío el control de piso, líneas de rotura, material con granulometría gruesa y respetando las señales de categorización del mineral.
- Brindar soporte de conocimientos geológicos a otras áreas como: mina, planeamiento, geomecánica, planta, etc.

4.4. Funciones de trabajo

4.4.1. Del Supervisor de Control de Calidad

Esta labor está a cargo por los geólogos de mina, en donde se centra la supervisión diaria del control de mineral dentro de los tajos de la mina. Las funciones son:

- Definir zonas de mineral y desmonte en coordinación con el jefe de geología, el geólogo y el de modelamiento.
- Realizar el cálculo de ley ponderada de oro para cada polígono con las leyes enviadas por el laboratorio.
- Programar diariamente el mineral a extraer y supervisar su mezcla, es decir el blending, de acuerdo a su ley y tipo de roca con el fin de enviar a las zonas de descarga el mineral más adecuado para ser procesado.
- Coordinar con operaciones mina la secuencia de carguío, autorizado por el Dpto. de geología ya que tiene bajo su responsabilidad el envío de mineral.
- Reportar la producción diaria de mineral y desmonte
- Llevar reportes de producción diario, mensual y anual de mineral y desmonte ejecutado a lo largo de la historia de la mina.
- Coordinar con operaciones mina y voladura para la ubicación de los siguientes proyectos de perforación según el planeamiento de minado del mes.



Foto 11: Supervisando el Control de Calidad.

- Informar al pad la litología del mineral que se envía para que lo designe al módulo más adecuado para ser procesado por ellos.
- Programar al personal de muestreo y controlador para sus frentes de trabajo.
- Capacitar con temas de seguridad de cinco minutos al personal a cargo sobre temas relacionados al ambiente laboral.
- Calcular los tonelajes y ley ponderada del mineral y desmonte utilizando el Minesight y/o Autocad, extrayendo las coordenadas de los polígonos para ser replanteado por topografía después de la voladura.
- Participar en las reuniones de seguridad y medio ambiente y reúne a su equipo de trabajo las veces que sea necesario.
- Supervisar el carguío en los frentes de mineral y el muestreo en las mallas de perforación.

4.4.2. Del Muestreo de los Taladros de Perforación

El equipo de muestreros tiene quizás el trabajo más delicado en el Dpto. de Geología, ya que con los resultados obtenidos se planifica y opera cada día la exploración, explotación y beneficio de los minerales económicos de la mina. Con la supervisión del geólogo, este equipo debe realizar las siguientes funciones:

- * Ejecutar la toma de muestra en los taladros de voladura.
- * Etiquetar, ensacar y realizar sus reportes de perforación para ser ingresados al sistema de información de la mina.
- * Controlar la profundidad de cada taladro a perforar.
- * Conciliar con el perforista la longitud perforada y con este dato se realiza las valoraciones de metros perforados a pagar.
- * Informar al jefe de guardia sobre los avances de la malla de perforación.
- * Coordinar con su relevo sobre el estado de la perforación, seguridad en la zona de trabajo, etc.



Foto 12: Equipo de muestreros en la Mina Arasi.

4.4.3. Del Controlador de Producción de Mineral

La mina depende mucho de la calidad del mineral que es llevado hacia el pad, siendo las funciones del controlador las siguientes:

- Coordinar con el operador del equipo de carguío, dándole a conocer la ubicación y características del polígono mineralizado según su plano. En el caso de encontrar mineral contaminado se debe realizar su limpieza, separación y enviarlo al botadero.
- Revisar su frente de carguío, desplazándose por encima de la carga de mineral a fin de definir posibles zonas contaminadas y/o inseguras.
- Llevar el control del número de volquetes que se envía a las descargas y controla el nivel del piso y las líneas de roturas del proyecto para evitar la dilución.
- Destinar el desmonte y el mineral contaminado, al botadero más adecuado.
- Informar a su supervisor sobre el avance del frente al fin de guardia.
- Permanecer en un lugar seguro y alejado del equipo de carguío, a fin de evitar accidentes.

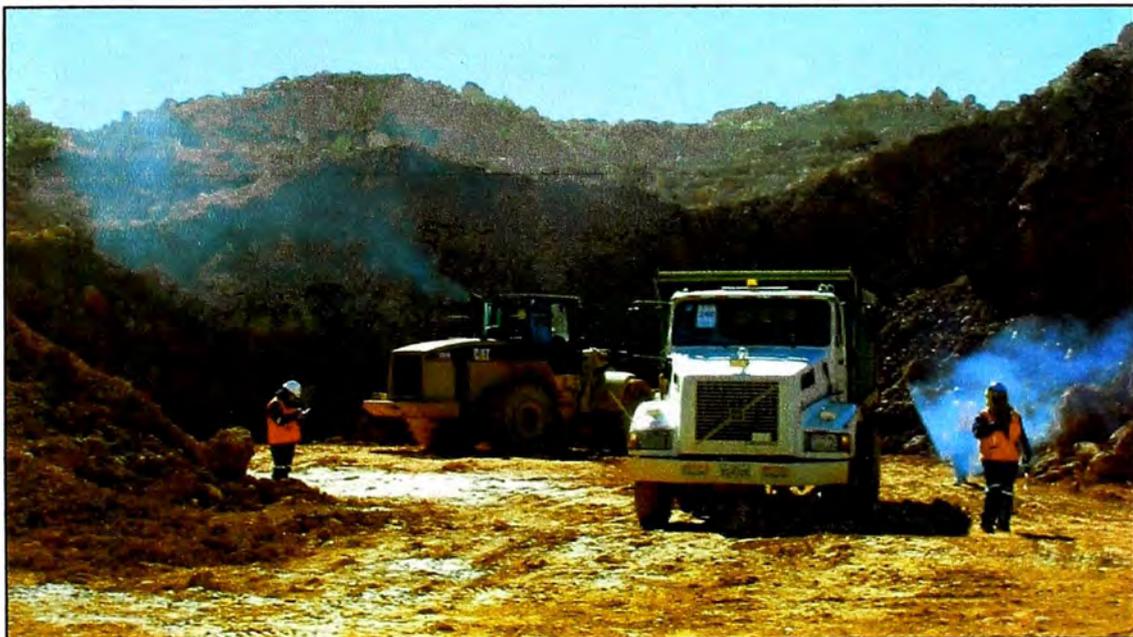


Foto 13: Controlador de producción del mineral.

4.4.4. Del Delimitador de Polígonos de Mineral y Desmonte

Es realizado por el asistente de campo con supervisión del geólogo. Delimita zonas de mineral y desmonte después de la voladura. Sus funciones son:

- Coordinar y entregar el plano de polígonos en Autocad y/o Minesight al área de topografía después de cada voladura.
- Ejecutar la demarcación de los polígonos en el disparo, debiendo tener en cuenta la dirección del desplazamiento de la carga volada y el material contaminado separándolo del polígono.
- Apoyar en el traslado de muestras de perforación al laboratorio y hace conocer sobre la secuencia de perforación en la mina.
- Solicitar al supervisor, la requisición de materiales que se utilizan en el trabajo diario y realiza su retiro del almacén.
- Ayudar a la supervisión a resolver los problemas que puedan presentarse en los frentes de carguío.



Foto 14: Delimitado de polígonos de mineral y desmonte

CAPITULO V: CONTROL DE MINERAL EN LA MINA

5.1. Dilución

Es la incorporación de material estéril y/o con débil mineralización correspondiente a las cajas, a la mineralización económica que puede ser intencionada o no, y se produce como consecuencia de la aplicación práctica del método de explotación. La configuración y disposición geológica del yacimiento, juega un rol importante en el método de explotación y en la dilución consecuente.

Se pueden producir dos tipos de dilución: el estructural y el de producción. El primero relacionado con contactos, fallas y pliegues mientras que el segundo es ocasionado por el desarrollo de la operación, principalmente al momento de romper las cajas de la estructura mineralizada. Puede ocurrir:

- En operaciones a tajo abierto, en los contactos del mineral con el desmonte, el material estéril contamina el mineral al caer sobre este, durante y/o después de la voladura.
- Por mayor diámetro de la broca y/o aumento del espaciamiento de los puntos de perforación en las mallas de voladura.
- Por mal control del desplazamiento de la carga estéril motivando la caída excesiva de este material hacia los bancos mineralizados inferiores.
- Por inadecuado control de pisos y líneas de rotura en las zonas de carguío, y el no siempre adecuado control de la dirección de perforación en las mallas de voladura.

5.2. Polígonos de mineral

Geología Mina cuenta con una cuadrilla encargada de la demarcación de los disparos después de la voladura. Una vez delimitado los polígonos recién se podrá iniciar el carguío y acarreo del material, el controlador y el operador de la máquina llevan el control del carguío en base a las señales por mineral o desmonte dejadas por nuestro equipo delimitador en el disparo volado.

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL CONTROL DE CALIDAD EN MINA ARASI

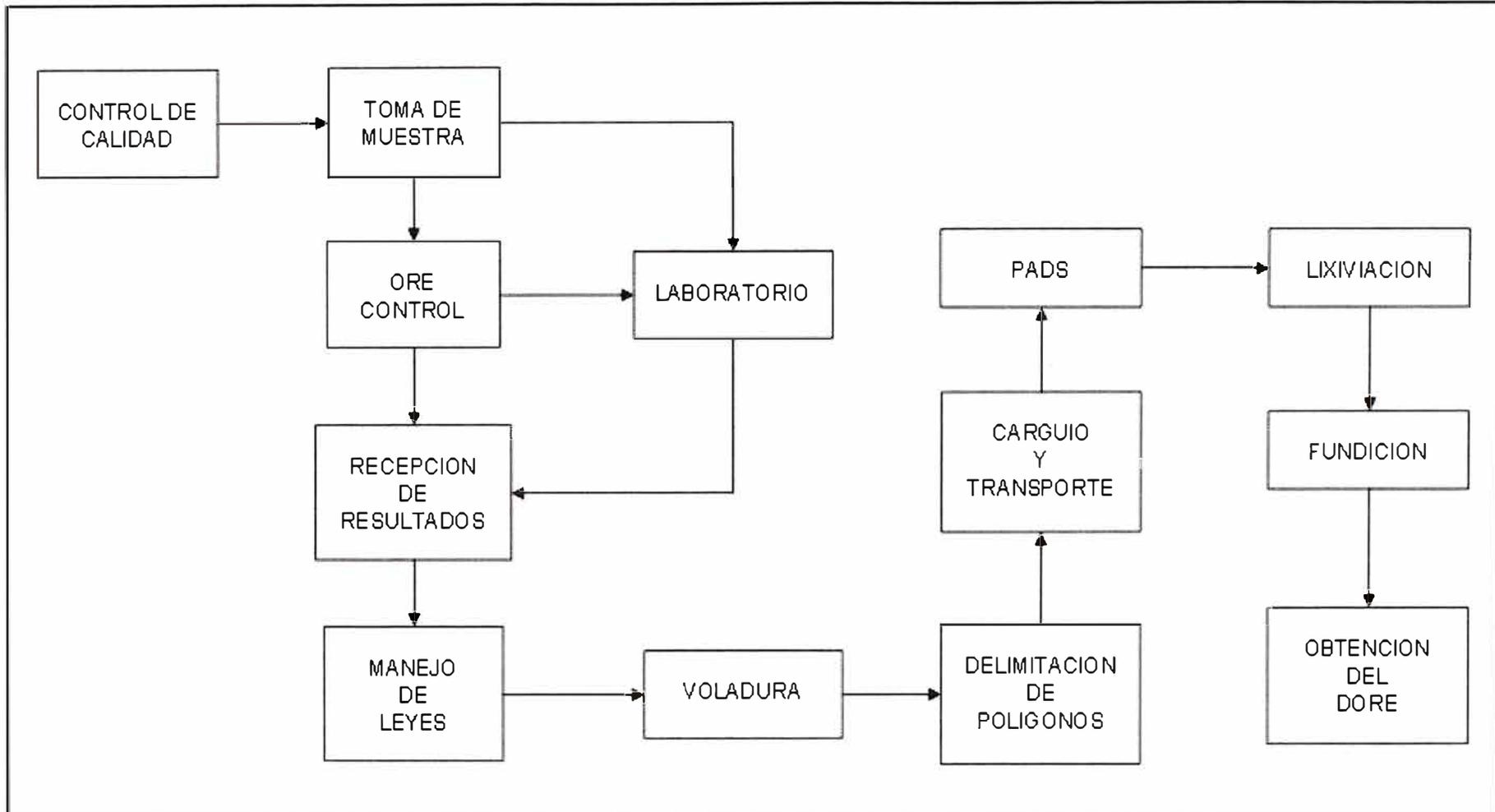


Figura 10

5.3. Importancia de los Polígonos del Mineral

- Con la información de los sondeos se separan bloques de mineral y desmonte con banderines o paletas de diversos colores según sea su categorización, así como la calidad granulométrica de las mismas.
- Los equipos de carguío conocen los destinos que corresponden a cada uno de los diferentes materiales para cada polígono extraído.
- Cada polígono de mineral tiene una ley y un tonelaje propio.
- Los polígonos proporcionan la ley de cabeza que ingresa al pad, pues la combinación de ellos y sus tonelajes proporcionan el tonelaje y ley promedio del día.
- La planta puede calcular su recuperación real, con la ley de cabeza, pero no solo eso es importante, también se puede dosificar la cantidad exacta de reactivos para el proceso y hacerlo eficiente, lo cual disminuye costos y aumenta la rentabilidad.

5.4. Factores de Dilución en los Polígonos de Mineral y su influencia en la Calidad del Mineral

- ❖ El espaciamiento de taladro a taladro.
- ❖ La altura de los bancos depende de la geometría de la mineralización.
- ❖ El diámetro de la broca de perforación, es decir, a mayor diámetro mayor dilución en las muestras de los blastholes.
- ❖ El sistema de voladura, es decir, por el desplazamiento del mineral del polígono volado a más distancia de su posición inicial, este proceso es de vital importancia para la mina.
- ❖ El control de pisos y líneas de rotura para no cargar zonas no disparadas.
- ❖ Después de los disparos se forma un talud triangular de material mezclado que será más voluminoso con el incremento de la distancia vertical del banco.

- ❖ Bancos mal perfilados con carga acumulada al pie de su talud proveniente de disparos antiguos.
- ❖ La falta de limpieza de los equipos de carguío, contamina el mineral en su acarreo.

5.5. Validación de Leyes

Este proceso se realiza a diario para obtener la confiabilidad de las leyes reportadas por el laboratorio de la mina en las muestras de taladros.

5.6. Duplicados de Taladros de Producción

El área de Geología Mina siempre hace un seguimiento continuo y sistemático a cualquier variabilidad en las leyes de producción y por ello se toman todas las precauciones para detectar los imponderables que originen errores, a fin de ser remediados a tiempo y más aun cuando las leyes de las tomas de muestras de planta difieren apreciablemente con las obtenidas por el Dpto. de Geología.

FECHA	TM Mineral	Ley			Onzas		
		BH	Pad	Prom.	BH	Pad	Prom.
26-May	10,588.43	0.598	0.529	0.563	203.467	180.048	191.757
27-May	9,680.43	0.814	0.810	0.812	253.417	252.051	252.734
28-May	9,998.39	0.809	0.691	0.750	259.996	222.274	241.135
29-May	10,226.04	0.766	0.779	0.772	251.707	256.201	253.954
30-May	10,420.99	0.704	0.687	0.695	235.720	230.174	232.947
31-May	11,061.61	0.621	0.542	0.581	220.842	192.743	206.792
01-Jun	9,881.57	0.657	0.617	0.637	208.817	196.082	202.449
02-Jun	12,688.84	0.575	0.589	0.582	234.531	240.364	237.447
03-Jun	13,536.48	0.572	0.801	0.686	249.022	348.457	298.739
04-Jun	12,630.39	0.900	0.923	0.911	365.412	374.774	370.093
05-Jun	12,057.81	0.918	0.967	0.942	356.020	374.703	365.361
06-Jun	10,127.24	0.832	0.902	0.867	270.772	293.689	282.231
07-Jun	9,836.46	0.893	0.830	0.861	282.273	262.366	272.319
08-Jun	11,392.08	0.700	0.846	0.773	256.385	309.826	283.105
09-Jun	10,553.23	0.625	0.602	0.614	212.129	204.377	208.253
10-Jun	11,202.76	0.634	0.643	0.639	228.482	231.594	230.038
11-Jun	15,762.54	0.734	0.721	0.728	371.888	365.626	368.757
12-Jun	13,429.35	0.653	0.609	0.631	281.855	262.853	272.354
13-Jun	12,168.75	0.582	0.502	0.542	227.732	196.578	212.155
14-Jun	13,257.50	0.884	0.994	0.939	376.795	423.834	400.314
15-Jun	10,456.11	0.678	0.800	0.739	227.783	268.835	248.309
16-Jun	9,751.36	0.494	0.548	0.521	155.000	171.932	163.466
17-Jun	10,243.54	0.650	0.596	0.623	214.069	196.285	205.177
18-Jun	8,225.68	0.912	0.633	0.773	241.189	167.474	204.332
19-Jun	11,859.22	0.941	0.968	0.954	358.769	369.081	363.925
20-Jun	8,222.45	0.804	0.881	0.842	212.579	232.791	222.685
21-Jun	10,440.37	0.579	0.432	0.506	194.280	145.148	169.714
22-Jun	10,231.89	0.702	0.635	0.669	230.932	208.891	219.912
23-Jun	11,550.24	0.757	0.858	0.808	281.111	318.617	299.864
24-Jun	11,235.37	1.015	1.041	1.028	366.644	376.111	371.377
25-Jun	9,070.76	0.923	1.090	1.006	269.173	317.800	293.487

CAPITULO VI: CONTROL DE CALIDAD EN OTRAS AREAS

En Arasi se trabaja de manera coordinada con diversas áreas involucradas en nuestro trabajo, y son los siguientes:

6.1. Con Laboratorio Químico

Durante el proceso de perforación de taladros de producción se tiene una estrecha comunicación con respecto a los análisis que se realizan. El laboratorio procesa en promedio 400 taladros por día, las cuales son codificadas en tickets.

Los resultados analíticos por oro los reporta el laboratorio unas 5 horas después de entregada la muestra debido a la demora del método de análisis por vía seca. El laboratorio realiza ensayos para el departamento de geología de exploraciones, planta, refinería e investigaciones entre otros.



Foto 15: Control de calidad en laboratorio químico en la Mina Arasi.

6.2. Preparación de Muestras para su Análisis

Antes de realizar cualquier prueba o ensayo con una muestra es necesario realizar el secado, chancado y pulverizado por la preparación de la muestra a analizar. Generalmente las muestras iniciales pesan entre 4 a 5 Kg.

6.2.1. Secado

Casi siempre es necesario secarlas ya que las muestras tomadas de detritus de barrenos de blastholes presentan algún porcentaje de humedad. A veces el material esta tan húmedo que durante el chancado puede formar una masa lodosa que rellene el área de trabajo en las chancadoras y pulverizadoras dificultando la preparación.

El esquema normal para la ejecución de análisis químicos, elabora a partir del supuesto que la muestra a analizar está conformada por material seco.



Foto 16: Preparación de muestras (secado)

6.2.2. Chancado y Pulverizado

Para los análisis químicos y mineralógicos, por lo común sólo es necesario parte de la muestra inicial (en promedio de 150 a 200 g), la que debe ser siempre semejante a la porción inicialmente tomada por cuarteo para este fin, manteniendo la misma cantidad de partículas que conforman la masa homogénea.

Esa masa homogénea, se obtiene de la muestra inicial con fragmentos de diferentes dimensiones, solo a condición de su chancado hasta conseguir fragmentos de mayor tamaño y el subsiguiente cuidadoso mezclado.



Foto 17: Equipo para chancado y pulverizado de muestras.

Los procedimientos que se realizan son:

- Las muestras son recepcionadas por el personal de preparación de muestras para su pesado.
- Luego son homogenizados para su chancado y se realiza con chancadoras de quijada reduciéndolo hasta un tamaño

apropiado.

- Después se procede con el cuarteo que se realiza con un muestreador, aquí se colecta muestras tanto para la muestra como para la contramuestra que es almacenada. Para el análisis tomamos 400 g aproximadamente que es secada a 150°C.
- Luego del secado, la muestra es pulverizada y se cuarteo siendo enviados 200 g aproximadamente a los laboratorios externos para sus análisis de comprobación cuando requiera el control de calidad, mientras que los otros 200 g que son llamadas pulpas es analizado por el laboratorio de la mina.

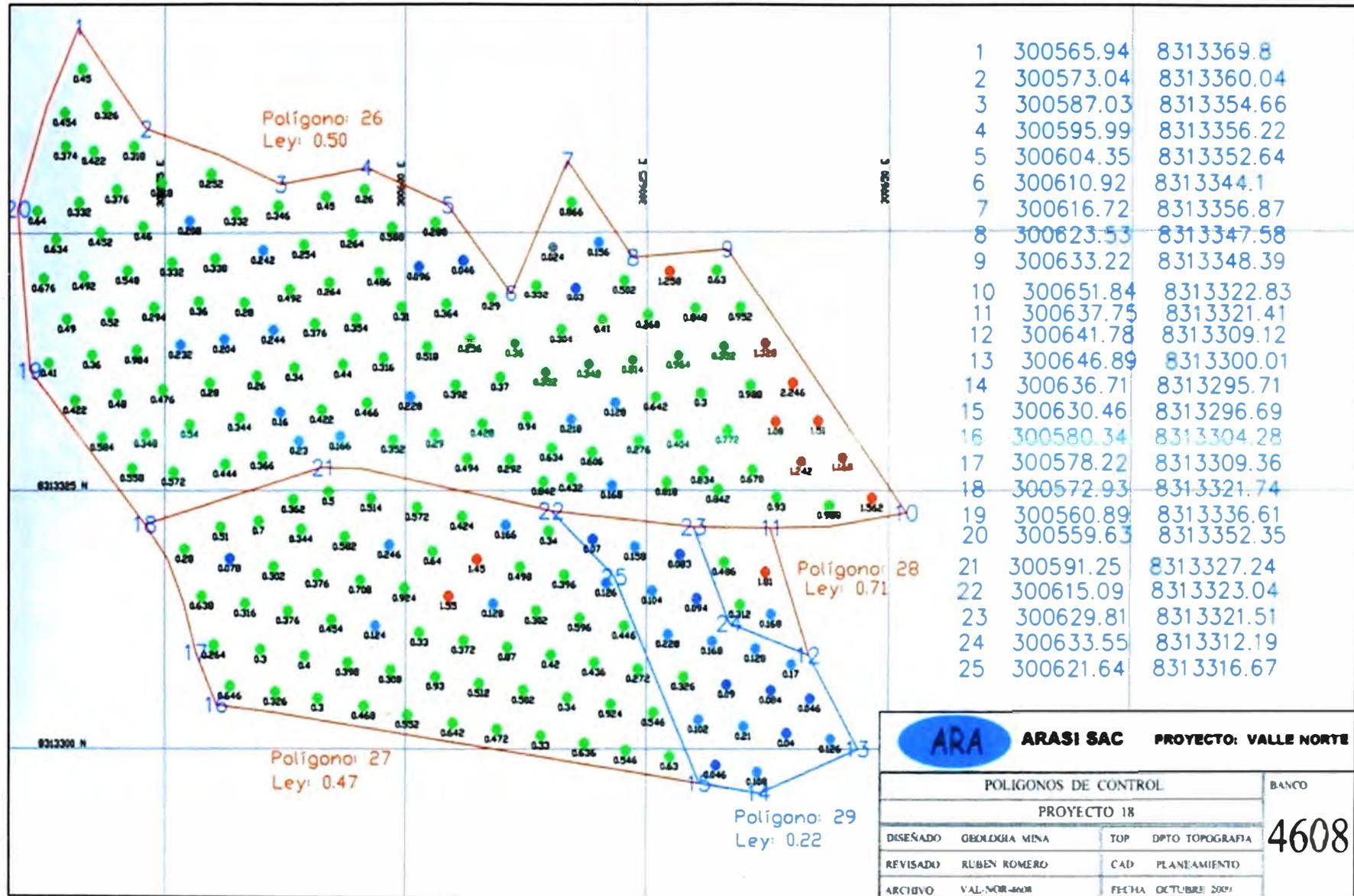
6.3. Con Topografía

Esta sección realiza el levantamiento topográfico de los taladros antes del disparo, reportando informes en excel donde están las coordenadas y en autocad donde está el gráfico de la malla de voladura y en uso inmediato en geología mina.

Además colocan las coordenadas de los polígonos del proyecto disparado, para ello el equipo de ore control supervisado por el geólogo de mina, realiza las demarcaciones previas por mineral y desmonte, a fin de tener listo dicho proyecto para su extracción. El Dpto. de Topografía coordina con el jefe de guardia de operaciones mina y con ore control. Las actividades que desarrolla el personal de topografía en mina son las siguientes:

- Levantamiento topográfico de los taladros de voladura
- Control de pisos en los frentes de avance para evitar la dilución del mineral.
- Replanteo de los polígonos mineral y desmonte en los tajos.
- Colocación de la línea de rotura para determinar hasta donde está el mineral y el desmonte después de la voladura.
- Apoyo al Dpto. de Geología de Exploraciones en el levantamiento de nuevas áreas, colaborando igualmente con otras áreas.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LOS TALADROS DE VOLADURA



Plano 05

6.3.1. Errores en los Levantamientos Topográficos

Todas las operaciones en topografía están sujetas a imprecisiones, debido a las imperfecciones propias de los aparatos, dispositivos o elementos, condiciones atmosféricas, la capacidad de los operadores. Por lo tanto ninguna medida en topografía es exacta en el grado absoluto. No se debe confundir los errores de precisión con las equivocaciones.

Mientras que las imprecisiones siempre están presentes en toda medición debido a las limitaciones mencionadas, las equivocaciones son faltas graves ocasionadas por descuido, distracción, cansancio o falta de conocimientos.

El equivocarse es de humanos, pero en topografía se debe minimizar o eliminar este concepto ya que esto implica repetición de los trabajos en campo, incrementa costos, afectación de la eficiencia y sobretodo puede conllevar a la toma de decisiones equivocadas muy costosas y delicadas a los departamentos de geología, ingeniería y producción.

Es necesario conocer los tipos y la magnitud de los errores posibles y la manera como se propagan para buscar reducirlos a un nivel razonable que no tenga incidencias desde el punto de vista práctico. Los errores o imprecisiones deben quedar por debajo de los errores permisibles, aceptados o tolerables para poder garantizar los resultados, los cuales deben tener un grado de precisión específico. Sus causas específicas son:

6.3.1.1. Instrumentales

Debido a la imperfección en la construcción de los aparatos o elementos de medida, tales como la aproximación de las divisiones de círculos horizontales o verticales, arrastre de graduaciones de un tránsito o teodolito, etc.

6.3.1.2. Personales

Debido a limitaciones de los observadores u operadores, tales como deficiencia visual, mala apreciación de fracciones o interpolación de medidas, etc.

6.3.1.3. Naturales

Debido a las condiciones ambientales imperantes durante las mediciones tales como el fenómeno de refracción atmosférica, el viento, la temperatura, la gravedad, la declinación magnética, etc. Cuando se hacen esos cálculos a partir de mediciones hechas en campo, que ya arrastran errores, estos se pueden magnificar y conducir a resultados desproporcionados. Los errores se dividen en dos tipos:

6.3.2. Errores Sistemáticos o Acumulativos

Son los que para condiciones de trabajo fijas en el campo son constantes y por lo tanto son acumulativos, tales como la medición de ángulos con teodolitos mal graduados cuando hay arrastre de graduaciones.

6.3.3. Errores Accidentales o Compensatorios

Son los que se cometen indiferentemente en un sentido o en otro, están fuera de control del observador, es decir que las mediciones pueden resultar mayores o menores a las reales. Tales errores se pueden presentar en apreciación de fracciones en lecturas angulares en graduaciones de visuales descentradas por oscilaciones del cordel de la plomada, interpolación en medición de distancias, etc. Muchos de estos errores se eliminan porque se compensan, se reducen con un mayor cuidado en las medidas y aumentando el número de repeticiones de la misma medida. Los errores aleatorios quedan aún después de hacer la corrección de los errores sistemáticos.

6.4. Con Operaciones Mina

Es el área con la que geología mina coordina la extracción del mineral y desmonte durante las guardias del día, haciendo un seguimiento completo de la secuencia del carguío a diario. Operaciones mina vigila los ciclos de carguío y acarreo, así como el peso del mineral que llevan a los pads.

6.4.1. Perforación

Para esta actividad se utilizaran perforadoras DM45E con brocas de diámetros de 7 7/8" y una longitud de 8 metros de altura del banco (vertical) y track drill 350 como perforación secundaria con brocas de diámetro de 2 1/2" y una longitud de 3.5m.

La penetración de la broca en la roca se lograr por parámetros de presión de empuje (pull down) y velocidad de rotación; el barrido del detritus se realiza mediante aire comprimido. La malla empleada dependerá de la dureza de la roca, densidad del explosivo y del macizo rocoso.



Foto 18: Perforadora DM45 y track drill en la zona de Valle

La malla estimada por el área de perforación y voladura, es en promedio de 5.80 x 5.00m. Este diseño es un factor muy importante, puesto que cualquier buen resultado de la voladura es mérito de una buena marcación de la malla y una perforación adecuada es dependiente de una correcta limpieza de las áreas a perforar.

El monitoreo de la operación se realiza día a día a través de un sistema de control de producción y performance de equipos (fragmentación de rocas por voladura, velocidad de carguío, utilización de equipos, etc.) que son manipulados por los supervisores. La información obtenida permite identificar desviaciones con respecto a lo planeado y tomar las decisiones correctivas.

6.4.2. Voladura

Se coordina con operaciones mina todo lo referente a la perforación de los taladros para producción, usualmente se entrega mapas de dureza de la malla que es utilizado para el diseño de su malla de voladura. Este Dpto. coordina con geología sobre problemas que tienen en la percolación como fracturamiento y/o silicificación en las rocas en determinadas zonas del tajo como producto del cizallamiento que también origina desgaste prematuro en las rocas.



Foto 19: Voladura en la zona de Carlos Alto

El objetivo principal es tener un material fragmentado uniforme, el cual será dispuesto para la lixiviación y recuperación.

En este proceso se emplea boosters (empleados en la iniciación de voladuras a tajo abierto) de una libra con líneas descendentes no eléctricos con tiempos en milisegundos y para el amarre troncal se utiliza cordón detonante.

El carguío de taladros se realiza mediante un camión fábrica que realiza las mezclas de anfo y heavy anfo, según las consideraciones del material a fragmentar y el porcentaje de contenido de agua. Posteriormente se tapan los taladros con los detritos producto de la perforación utilizando tacos de 2.5 m y el encendido se realiza convencionalmente utilizando mecha de seguridad de 8 pies con fulminante N°8.



Foto 20: Carguío de taladros con heavy anfo en la zona de Valle

6.4.3. Carguío y Acarreo

Para las operaciones de carguío se emplea equipo pesado como excavadoras y cargadores frontales; estos equipos tienen capacidad de 2.20 a 4.50m³ respectivamente.

Se utiliza volquetes de 15m³ de capacidad, que transportan el mineral desde los tajos hacia los pads de lixiviación para su respectivo proceso.



Foto 21: Carguío y acarreo en la zona de Valle

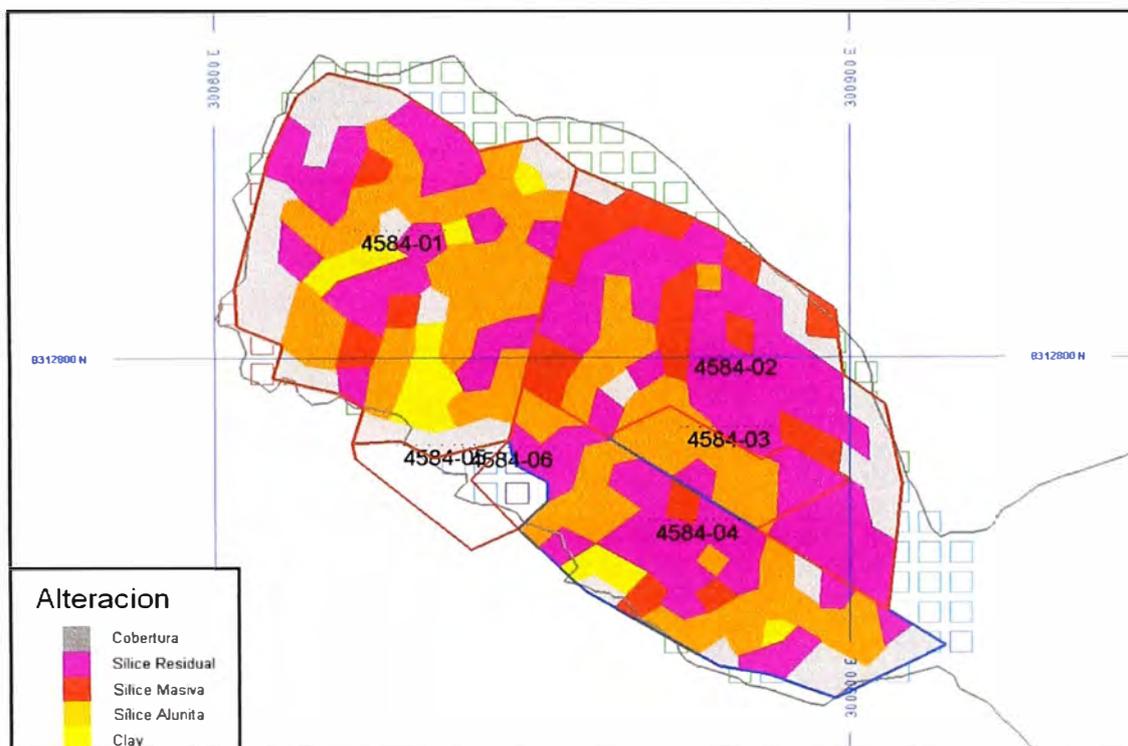
6.5. Con Geología Mina

Este departamento detalla la información geológica actualizada para poder incrementar la eficiencia en las operaciones mineras y asignar áreas a perforar en base al modelo de bloques.

6.5.1. Mapeo Geológico

Se realiza el mapeo litológico, estructural y las alteraciones en las caras de los bancos minados dentro de los tajos, elaborándose secciones geológicas que contienen toda la información obtenida en campo.

El mapeo se realiza a escalas establecidas. La información recopilada se transfiere a secciones de orientación NE y NW lo que permite entender mejor la geología del yacimiento que muestra interpretando en estas la mineralización en polígonos a base de información de taladros blastholes. Esto trae como consecuencia una mayor certeza en la construcción del modelo geológico y en el cálculo de recursos y reservas de mineral.



Plano 04: Mapeo de alteraciones en el banco 4584 en la zona de Valle

6.5.2. Modelamiento Geológico

Se parte de los datos que obtenemos de mina comenzando por los taladros de perforación diamantina y los taladros blastholes. La construcción del modelo de bloques, nos permite la manipulación de la información contenida en estos a una escala local y pueden contener información como leyes, dureza, peso específico, RQD, litología, mineralización, alteración, etc.

Un bloque puede ser definido como el volumen básico de material más pequeño para el cual es práctico asignarse ley, tonelaje y valores geológicos. Los parámetros usados en la determinación del tamaño básico son la variabilidad de la ley, continuidad geológica, estabilidad de taludes, tamaño de la operación y de los equipos.

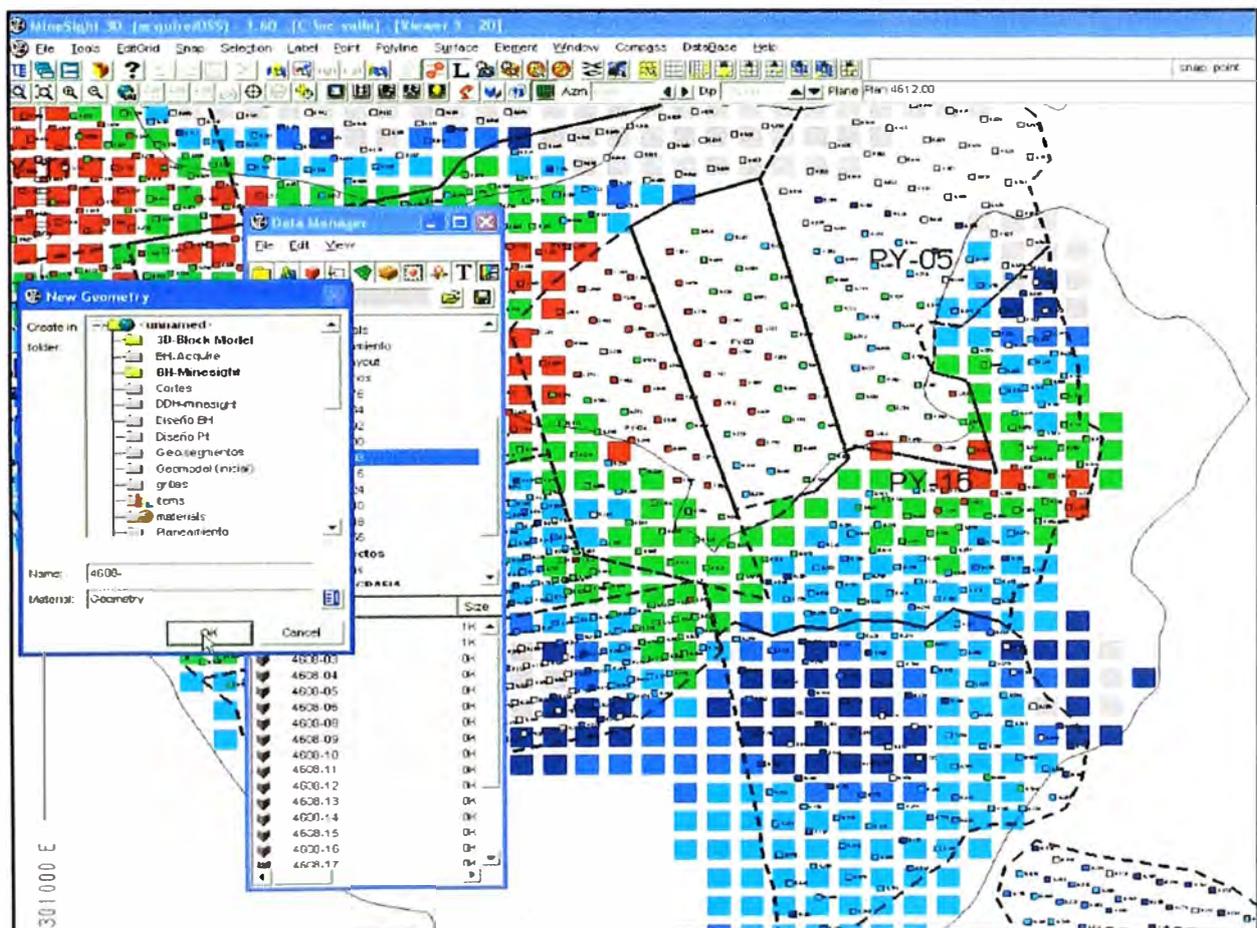


Figura 11: Modelo de bloques de la Mina Arasi

También se puede determinar el tamaño mínimo del bloque con geoestadística y sus variogramas relacionados. Un modelo de bloques necesita que contenga la mejor estimación posible del promedio de la ley en cada bloque, esto dará un soporte más lógico al momento de realizar el planeamiento.

El uso de los polígonos junto con los parámetros estadísticos debe considerarse en la etapa del planeamiento, a fin de establecer un modelo eficaz y apropiado para estimar el mineral.

Para conseguir este objetivo es necesario crear un modelo geométrico de bloques y un modelo geológico del yacimiento. Los modelos geológicos se utilizan para delimitar zonas dentro del depósito que posean características geológicas propias para luego aplicar el variograma (herramienta que permite analizar el comportamiento espacial de una variable determinada sobre una zona definida) y proceder con el kriging (método geoestadístico de estimación que utiliza un modelo de variograma para la obtención de datos) .

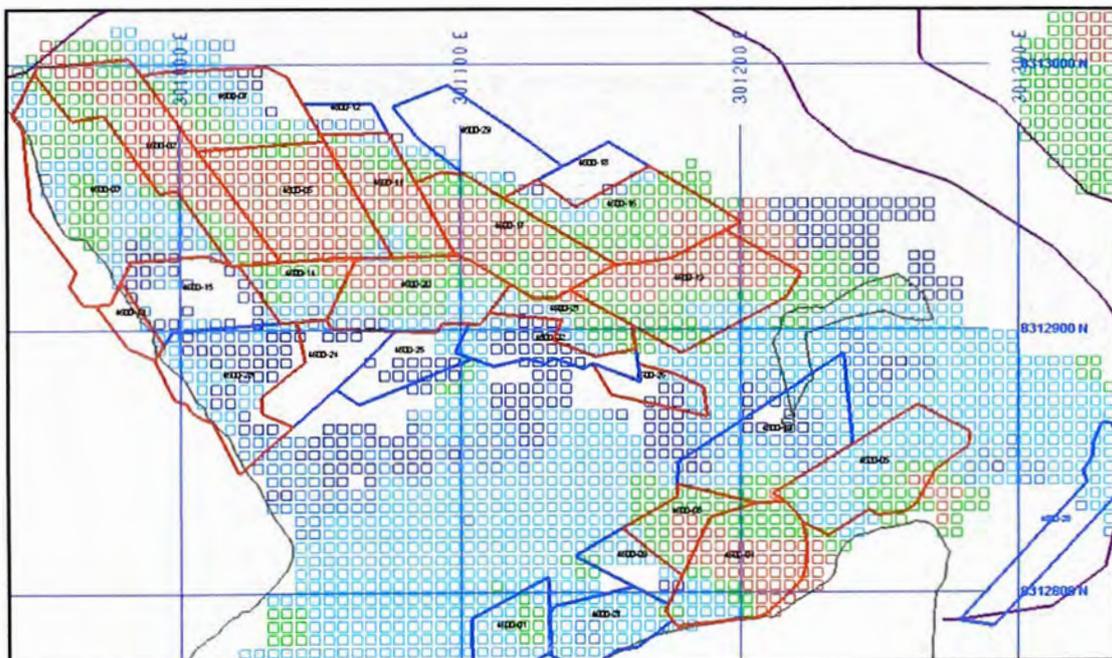


Figura 12: Modelamiento de bloques Banco 4600 en la zona de Valle.

La construcción de un modelo geológico o zonamiento comprende delimitar los contornos de cada zona geológica, como por ejemplo, zonas de alta ley separadas de las de baja ley y de las zonas de desmonte.

Cumplida esta tarea y haciendo que el producto resultante sea utilizado por todos, el modelo de bloques se convierte en una poderosa herramienta que da precisión y sentido al planeamiento de minado. Se debe tener presente que la construcción de modelos es un proceso dinámico, afinado y mejorado hasta el final de la mina, usando en cada nueva corrida los datos más recientes.

6.6. Con Planeamiento

Ellos se encargan de la elaboración de los planos de minado, de corto, mediano y largo plazo. El plan de largo plazo elabora el diseño final en los diferentes tajos, para ello se realiza optimizaciones y diseños en cada semestre según sea los requerimientos de gerencia.

El plan de mediano plazo se elabora en forma semestral, en el se señalan los objetivos de producción y los gastos que se tendrán como producto de realizar estas operaciones dentro de las diferentes áreas de la operación.

El plan de corto plazo se elabora en forma mensual y en el se señala las operaciones que deben realizarse para que la producción de mineral sea continua y sistemática y de esta manera se alcancen los objetivos propuestos de producción.

Asimismo se encarga del diseño de los botaderos en base a parámetros geotécnicos, el diseño de acceso de diferentes labores, elabora diseños preliminares de pads de lixiviación entre otros trabajos. El departamento de planeamiento coordina de manera constante con operaciones mina y control de calidad para lograr sus objetivos.

PLAN DE MINADO - VALLE

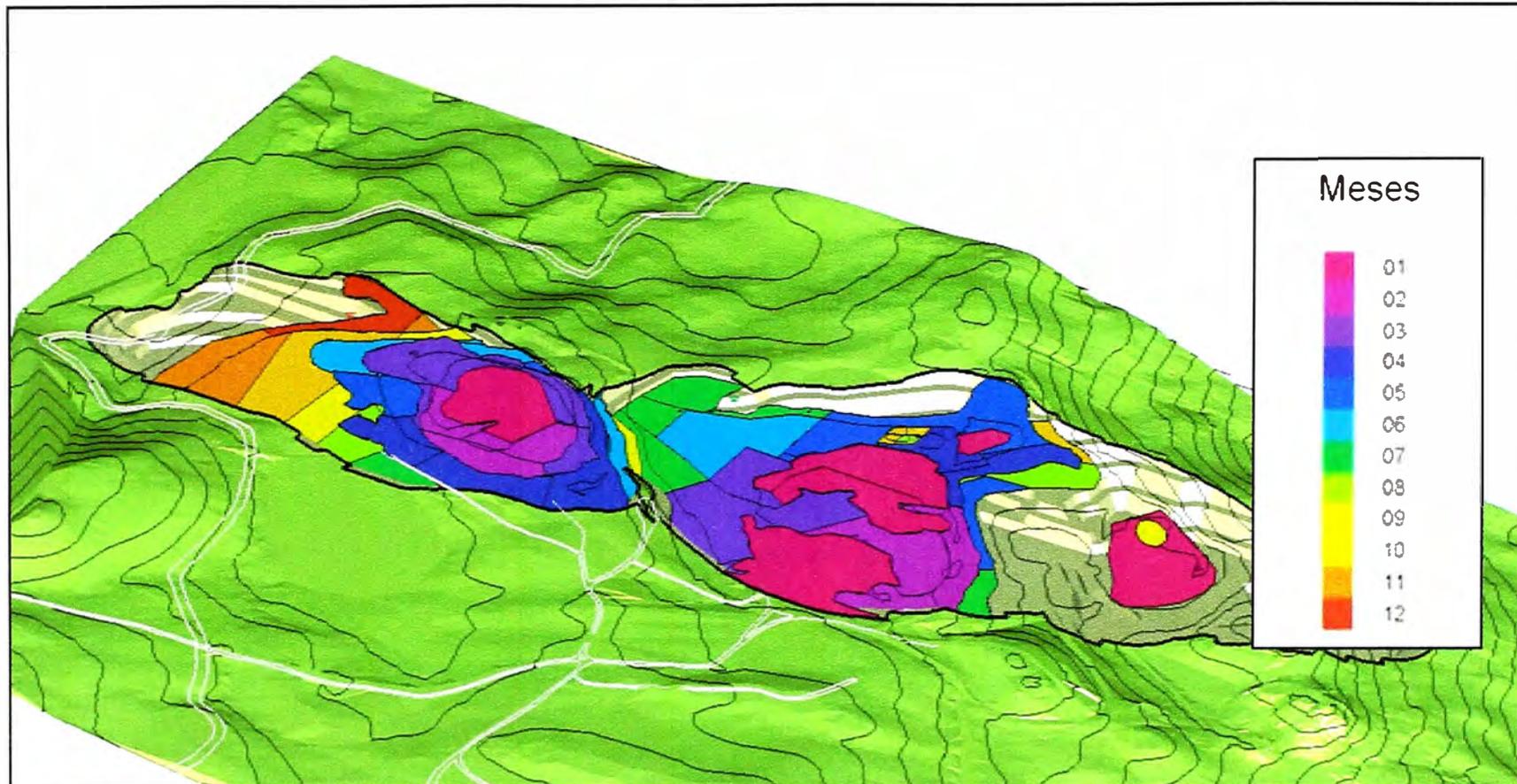


Figura 13: Esquema con la planificación del minado mensual. En los colores indicados aparece el programa del año. En color beige se aprecia el mineral todavía sin programar.

PLAN DE MINADO VALLE BANCO 4600

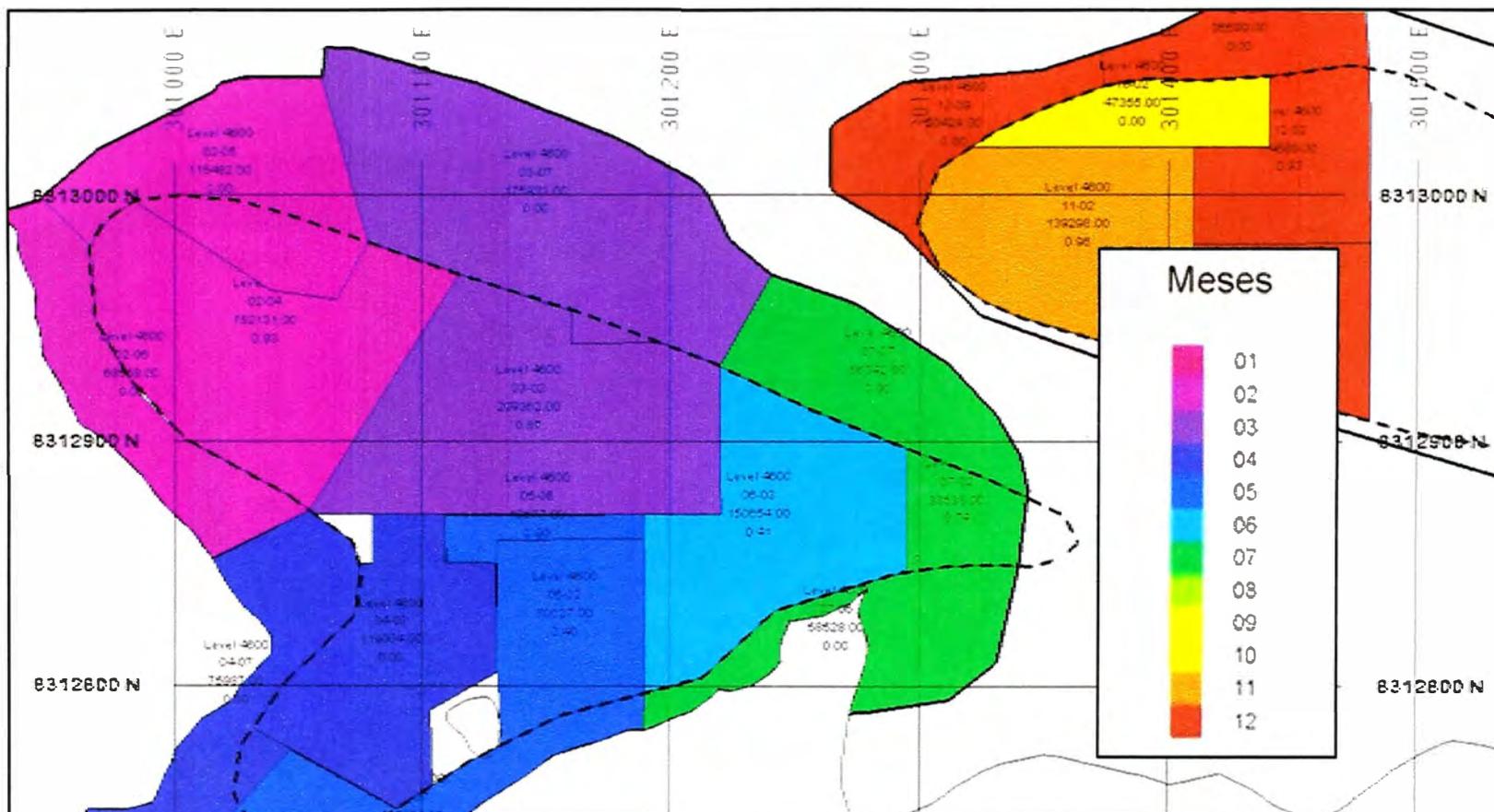


Figura 14: En cada banco se aprecia el tonelaje y leyes que le corresponden junto con la planificación del minado mensual.

PLAN DE MINADO - CARLOS

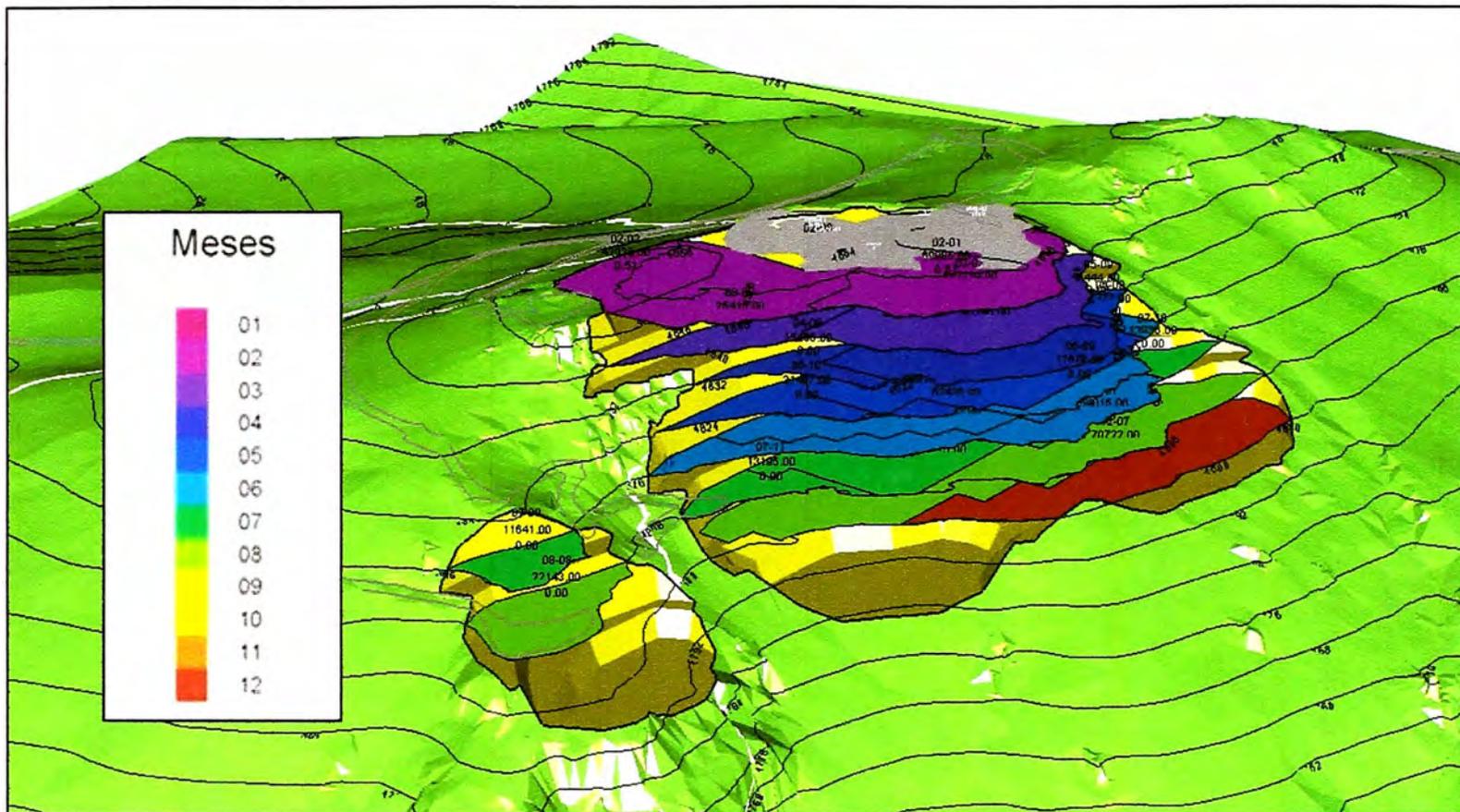


Figura 15: Esquema con la planificación del minado mensual.; en colores indicados aparece el programa del año. En color beige se tiene mineral sin programar.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- El yacimiento de Arasi está controlado por varios centros mineralizados entre los cuales se encuentran Valle y Carlos, los cuales corresponden a depósitos epitermales diseminados de alta sulfuración.
- El depósito Valle se ubica dentro de los Volcanoclásticos Lamparasi los cuales presentan afloramientos en superficie. Por su permeabilidad, esta unidad ha sufrido intensa alteración hidrotermal y es la que hospeda la roca mineralizada.
- Las principales alteraciones que ocurren en el depósito Valle asociadas al Volcanoclástico Lamparasi son la sílice masiva, sílice granular, sílice alunita y la sílice clay.
- En el depósito Valle existe un fuerte control estructural cuya parte central está controlado por un sistema de fracturas N80°E, el cual al interceptarse con los sistemas N35-45°W dio origen a los canales por donde ascendieron los fluidos hidrotermales conteniendo el oro.
- En Valle se aprecia una correspondencia Au-jarosita, en un contexto de sílice granular con contenidos de jarosita, también hay cierta correspondencia Au-baritina.
- En el depósito Carlos, las rocas huéspedes son los volcanoclásticos La Rescatada y la andesita La Rescatada. Las secuencias volcanoclásticas se encuentran intercaladas con lavas de andesita porfirítica fina con niveles de textura bandeada y andesita vesicular.
- En Carlos Alto se presentan limonitas pardas rojizas, baritina y trazas de pirita. Los mayores valores corresponden a zonas de alteración sílice granular craquelada o de estructuras de brecha crackle.
- Con el control de calidad se garantiza el destino correcto del mineral, que es el pad, evitando la pérdida y asegurando el cumplimiento del tonelaje recuperable y leyes programadas.

- Se debe reforzar constantemente el trabajo de ore control, en las zonas donde el zonamiento de la alteración se muestre irregular y cuando los trabajos de desbroce sean continuos, ya que el material de cobertura asimila muchos fragmentos de roca con la alteración y la oxidación.
- Con el control de calidad se logra que la reconciliación entre el modelo geológico y las onzas producidas en el pad sean óptimas.
- El cartografiado de taludes es importante para el control de la mineralización y el reconocimiento de estructuras del tipo brecha principalmente. Luego del mapeo los trabajos de correlación son de gran ayuda para definir la persistencia de las estructuras mapeadas y su relación con el oro.
- Geología Mina debe generar data para que planeamiento actualice constantemente el modelo y pueda mantener actualizado el cuadro de conciliación, confrontando lo real versus lo estimado.
- La coordinación con topografía debe ser permanente para que semanalmente entregue los planos actualizados de crestas y toes y el inventario de material disparado para mineral y desmonte. Esto es muy importante para planificar los trabajos en la operación y optimizar la perforación.
- Se debe monitorear de manera constante el material estéril que van a los botaderos para controlar de este modo posibles implicancias ambientales.

7.2. Recomendaciones

- ❖ Poner en aplicación desde el primer día del proyecto un programa efectivo de aseguramiento y control de la calidad.
- ❖ Preparar y mantener una colección de muestras con litologías, alteraciones y mineralizaciones típicas desde el inicio del proyecto.
- ❖ Utilizar personal, equipamiento y laboratorios que garanticen el logro de parámetros óptimos de calidad.
- ❖ Enviar muestras de duplicados y blancos al laboratorio de la mina y compararlos con envíos paralelos a laboratorios externos.
- ❖ Los equipos de muestreo como espátulas y palas tienen que tener un diseño recto con bordes laterales, a fin de no perder material y evitar el problema de la segregación y proporcionalidad de la muestra.
- ❖ Mantener la menor rotación en el personal dedicado al muestreo de los taladros de producción y el ore control.
- ❖ Propiciar reuniones de control de calidad, las mismas que deben darse con la participación de todas las áreas involucradas en la producción.
- ❖ Mantener la disciplina en el complemento de la base de datos durante la ejecución del proyecto.

7.3. Bibliografía

- Coughlin T., 2001. Structural model for mineralization, Target generation and recommendations for further drillings and surface explorations at the La Rescatada epithermal gold prospect, Peru.
- Morche W., 2002. La Rescatada epithermal gold prospect area Ocuvi Province - Puno Southern Peru. Volcano-stratigraphic setting and implications for further explorations. Reporte interno.
- Jensen E. 2003. La Rescatada alteration and geochemistry.
- Palacios O., Allison R. Geología de la cordillera occidental y altiplano al Oeste del Lago Titicaca Sur del Perú; boletín 42, proyecto integrado del Sur 1991.
- Ganoza A., Bernuy N., Schroer G. 2004. Reportes internos.
- Barreda J., Loayza D., Vasquez E. 2005. Informes mensuales.
- Ortiz, J., Apuntes de muestreo para evaluación de yacimientos, Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Dpto. de ingeniería de minas.
- Alfaro M., Introducción al muestreo minero. Instituto de ingenieros de minas de Chile, Santiago 2002.
- Simón A., Curso taller del aseguramiento y control de calidad, Amec internacional, Chile, Santiago 2002.
- Departamento de geología mina, Manual de procesos en el área de ore control, Mina Yanacocha, Perú 2004.
- Montoya S., Preparación y análisis de muestras en exploración de minerales, ALS Chemex Peru, Lima 2009.