

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA**



**“DETERMINACION DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y  
ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA  
S.A.A, AL 31 DE MARZO DEL 2009”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**YOHEL JONATHAN OLÓRTEGUI PACHECO**

**Lima - Perú  
2010**

## **ACEPTACIÓN**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a mis padres por el esfuerzo que realizaron al brindarme una buena educación, apoyándome e inculcándome siempre a cumplir con mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo, al Ingeniero de costos Frank Olivares, al Gerente de la unidad Lenin Salazar Dulanto por brindarme las facilidades del caso. Un agradecimiento especial a mis asesores Francisco Grimaldo Zapara y José Corimanya Mauricio, agradezco también al Director de Escuela de Minas Jorge Díaz Artieda por su apoyo en la elaboración de esta tesis.

## RESUMEN

Una reserva de mineral será considerada económica, o lo que es más o menos lo mismo, un proyecto tendrá posibilidades de llevarse a cabo, cuando los ingresos producto de la venta del metal superen los costos que significa extraerlos, procesarlos y comercializarlos.

Con los lineamientos del código de JORC y los factores considerados para el cálculo de reservas, se ha estimado al 31 de marzo del 2009 para Compañía Minera Atacocha la cantidad de 2, 761,559 TM de reservas con 5.11 %Zn, 0.50%Pb, 0.29%Cu y 0.97 Oz Ag/TM. Las reservas probadas representan el 52 % y las probables el 48% del total.

De los 4, 449,420 TM de recursos, el 39% provienen de los medidos, 33% de indicados y 28% de los inferidos, se ha deducido los recursos que se encuentran como puentes y los recursos inferidos, resultando 2, 871,848 TM, este valor es afectado por una recuperación de mineral, una dilución y una ley de corte, resultando 2, 761,559 TM de reservas

En este trabajo se ha dividido la Mina Atacocha en cuatro dominios estructurales para un mejor análisis.

La distribución de las reservas esta por Dominios, estructuras, niveles, zonas; este último indica que el 87% de las reservas está en la zona baja (debajo del nivel 3600 – nivel de extracción)

Se ha considerado un Cut Off de 3.55 %Zn Eq. Con un NSR de 24.57 US\$/TM. Una Dilución que varía para cada dominio estructural entre 11 % y 15 %, según el método de minado empleado en la mina. La recuperación de mineral que varía de 86 % a 96 % y el factor de conciliación de leyes que varía de 70 % a 97 %, en relación a las reservas y lo real.

Para obtener el cut off, hemos considerado leyes de cabeza promedio del periodo 2008:

Ley de zinc	5.14 %
Ley de plomo	0.98 %
Ley de cobre	0.27 %
Ley de plata	1.60 Oz/Tm
Ley de oro	0.01 Oz/Tm

Con las simulaciones en las diferentes corridas, se determino una ley equivalente en Zn de:

Ley de zinc	2.18 %
Ley de plomo	0.44 %
Ley de cobre	0.20 %
Ley de plata	0.53 %
<u>Ley de oro</u>	<u>0.19 %</u>
Ley de zinc equivalente	3.55 %

Para el cálculo del cut off, los precios de los metales considerados son los que corresponden a la proyección del 2009 (Ver precios históricos de los metales).

Zinc	US\$/TM	1,600
Plomo	US\$/TM	1,500
Cobre	US\$/TM	5,000
Plata	US\$/Oz	15
Oro	US\$/Oz	1,000

Los cálculos para determinar el valor de mineral arrojaron los siguientes resultados:

1 oz Ag es equivalente a	US\$	5.46
1 oz Au es equivalente a	US\$	266.63
1 % Zn es equivalente a	US\$	6.97
1 % Pb es equivalente a	US\$	7.48
1 % Cu es equivalente a	US\$	12.06



### **CAPITULO III: MARCO TEORICO**

3.1	RECURSOS MINERALES	17
3.1.1	RECURSO MINERAL INFERIDO	17
3.1.2	RECURSO MINERAL INDICADO	17
3.1.3	RECURSO MINERAL MEDIDO	18
3.2	RESERVAS MINERALES	18
3.2.1	RESERVAS PROBABLES MINERALES	19
3.2.2	RESERVAS PROBADAS MINERALES	19
3.3	DEFINICIÓN ECONÓMICA DE YACIMIENTO	19
3.4	CÁLCULO DE LEY DE CORTE SEGÚN LASKY	20
3.5	CÁLCULO DE LEY DE CORTE SEGÚN LANE	21

### **CAPITULO IV: METODOLOGÍA**

4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	23
4.2	HIPÓTESIS	23
4.3	IDENTIFICACIÓN Y RELACIÓN ENTRE VARIABLES	23
4.4	SOFTWARE UTILIZADO	24

### **CAPITULO V: ESTIMACION DE RECURSOS DE MINERAL**

5.1	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	25
5.2	MÉTODOS Y CÁLCULOS PARA EL BLOQUEO DE MODELAMIENTO DE RECURSOS MINERALES	26
5.2.1	TIPOS DE MINERALIZACIÓN – DOMINIOS ESTRUCTURALES	26
5.2.2	CODIFICACIÓN DE CUERPOS	27
5.2.3	DEFINICIÓN DE SECTORES	28
5.2.4	TRATAMIENTO PREVIO DE LAS LEYES DE ENSAYO	28
5.2.5	VALORES EXTREMOS	28

5.2.6	ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO	29
5.2.7	INTERPOLACIÓN DE LEYES	32
5.2.8	CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS	33
5.2.9	PESO ESPECÍFICO	33
5.3	IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS MINERALES	34
5.4	RESULTADO DEL INVENTARIO DE RECURSOS	34

## **CAPITULO VI: ANALISIS Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACION**

### **CALCULO DE LA LEY DE CORTE Y VALOR DE MINERAL**

6.1	RESUMEN	35
6.2	FUNDAMENTO TEÓRICO	37
6.3	DESARROLLO DEL CÁLCULO DEL CUT OFF	39
6.3.1	PRECIOS DE LOS METALES	40
6.3.2	PARÁMETROS METALÚRGICOS	41
6.3.3	GRÁFICOS DE LOS PRECIOS HISTÓRICOS DE LOS METALES	42
6.3.4	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	47
6.4	ESTIMADOS DE CUT-OFF Y DEL VALOR DEL MINERAL PARA 2009	58
6.4.1	VALORES BRUTOS DE PAGO POR TONELADA DE CONCENTRADO	58
6.4.2	PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS Y BALANCE METALÚRGICO	63
6.4.3	VALORES UNITARIOS	67
6.4.4	PLANTEAMIENTO DE ESCENARIOS EN MICROSOFT EXCEL DE LEYES DE MINERAL TRATADO	70
6.4.5	DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES PARA EL ESTIMADO DE VALOR DE MINERAL Y FÓRMULA VARIABLE	72
6.4.6	CÁLCULO DE LA LEY EQUIVALENTE	73

## **ESTIMACION DE RESERVAS**

6.5	RESUMEN	75
6.6	FACTORES CONSIDERADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE RESERVAS	76
6.6.1	CUT OFF Y VALOR DE MINERAL	76
6.6.2	RECUPERACIÓN DE MINERAL	76
6.6.3	DILUCIÓN	81
6.6.4	CONCILIACIÓN DE LEYES DE PB, ZN, AG Y CU	82
6.7	IDENTIFICACIÓN DE LAS RESERVAS	82
6.8	INVENTARIO DE RECURSOS Y RESERVAS DE MINERAL	83
6.8.1	RESUMEN GENERAL DE RECURSOS Y RESERVAS	84
6.8.2	RESERVAS POR DOMINIOS ESTRUCTURALES Y NIVELES	85
6.8.3	RECURSOS MEDIDOS E INDICADOS POR DOMINIOS Y NIVELES	89
6.8.4	RECURSOS INFERIDOS POR DOMINIOS Y NIVELES	91
6.9	DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS POR DOMINIOS ESTRUCTURALES	93
6.9.1	DOMINIO UNO	93
6.9.2	DOMINIO DOS	97
6.9.3	DOMINIO TRES	101
6.9.4	DOMINIO CUATRO	104
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>108</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>110</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>111</b>

**ANEXOS****ANEXO I**

**PLANO 1: VISTA EN PLANTA DEL MINERAL POR DOMINIOS**

**ANEXO II**

**PLANO 2: DOMINIO 1**

**PLANO 3: ORE BODY 13 RAMAL 6**

**PLANO 4: ORE BODY 13 RAMAL 7**

**ANEXO III**

**PLANO 5: DOMINIO 2**

**PLANO 6: ORE BODY 13**

**PLANO 7: ORE BODY 13 B**

**PLANO 8: ORE BODY 13 C**

**PLANO 9: ORE BODY 13 RAMAL 4**

**PLANO 10: ORE BODY 9**

**PLANO 11: VETA RAMAL P**

**ANEXO IV**

**PLANO 12: DOMINIO 3**

**PLANO 13: ORE BODY 15**

**PLANO 14: ORE BODY 17**

**PLANO 15: VETA I**

**PLANO 16: VETA SAN GERARDO**

**PLANO 17: VETA T**

**ANEXO V**

**PLANO 18: DOMINIO 4**

**PLANO 19: ORE BODY ANITA**

**PLANO 20: ORE BODY CRISTINA NOR ESTE**

**PLANO 21: ORE BODY DON FELIPE**

PLANO 22: ORE BODY PRADERA VASCONIA

PLANO 23: ORE BODY SANTA BÁRBARA

PLANO 24: ORE BODY SAN PEDRO

ANEXO VI

PLANO 25: DISTRIBUCIÓN DE LA MINA ATACOCHA POR SECTORES

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo está dirigido a todas las personas interesadas en la estimación de reservas y factores que intervienen para su desarrollo, siendo clave uno de ellos la determinación del cut off.

La estimación de recursos y reservas se considera un proceso continuo que se inicia con la exploración y recopilación de la información seguida de la interpretación geológica y la estimación de recursos. Posteriormente se consideran los factores modificadores (mineros, metalúrgicos, ambientales, legales etc.) y se llega al estimado de reservas. Durante las operaciones de la mina los estimados previamente calculados son modificados por los resultados del control de ley y los estudios de reconciliación.

La cantidad de reservas de un yacimiento, como uno de los factores principales que determinan su viabilidad económica, posee una gran influencia en la vida útil del yacimiento, su producción anual y la decisión final de construir la empresa minera.

La frontera entre el mineral con valor económico (Reserva) y el desmonte; está constituida por la ley de corte.

En la explotación de una mina sea superficial o subterránea es importante conocer a partir de que leyes de cabeza resulte económico la extracción de un block mineralizado.

Esta tesis explica cuales son los pasos a seguir para determinar la ley de corte y los factores que nos permitirán calcular el valor de mineral.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1 ESTADO DE LA CUESTIÓN**

Los recursos minerales presentes en subsuelo no tienen un valor intrínseco. De por sí, éste se establece en función a las diversas etapas de la cadena de valor del proceso productivo, según lo expresado por Michael Porter.

Así, una reserva de minerales será considerada económica, o lo que es más o menos lo mismo, un proyecto tendrá posibilidades de llevarse a cabo, cuando los ingresos producto de la venta del metal superen los costos que significa extraerlos, procesarlos y comercializarlos.

La ley de un mineral nos indica la cantidad expresada en porcentaje (%), onzas por tonelada (oz/t), o gramos por tonelada (gr/t) del mineral presente en el yacimiento. En el caso del Plomo, Zinc y Cobre, la unidad preferida es %, para el Oro y la Plata, la unidad empleada es gr/t, aunque algunas veces se emplea (oz/t).

La ley de corte (Cut-Off) será aquella ley mínima, cuyo valor cubre todos los costos involucrados en el proceso minero hasta el nivel EBITDA (Producción,

procesamiento, gastos de venta, regalías) y equivale al costo indispensable para que la reserva minera resulte económicamente rentable.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

No se tiene definido a partir de que leyes de cabeza el block de mineral que resulte ser económico para su extracción.

## **1.3 DETERMINACIÓN DE LOS OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivos Generales**

Estimar la cantidad de Reservas Probadas y Probables en Compañía Minera Atacocha al 31 de Marzo del 2009.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los factores que nos permitirán calcular el valor de mineral.
- Determinar la ley de corte en zinc equivalente para el caso de una mina polimetálica.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO**

El inventario de Recursos y Reservas Minerales permite establecer el valor económico de un yacimiento en base a su valor intrínseco con relación a las demandas del mercado.

Los Recursos y Reservas constituyen el activo más valioso de toda empresa minera y desde ya es el principal respaldo económico de una mina, garantizando negociaciones de financiamiento, créditos y otros.

## **1.5 LIMITACIONES PREVIAS A LA INVESTIGACIÓN**

Los datos ingresados al software (sondajes, canales y mapeos de labores antiguos), tienen que estar ubicados tridimensionalmente es decir con sus coordenadas x, y, z. Esto limitó a una gran cantidad de recursos que se tiene en planos antiguos de la mina que no fueron considerados porque sus coordenadas eran inciertas.

La ecuación de Lane para el cálculo de la ley de corte que consiste en maximizar el valor actual neto, no se aplica en este trabajo debido a que se complica para una mina polimetálica y además las reservas están en constante incremento. En esta tesis emplearemos el valor de mineral, realizando simulaciones en Excel para su cálculo.

Por otro lado, debido a que no se cuenta con un simulador en la secuencia de minado, se calcula la recuperación de mineral y la dilución de los tajos más representativos de cada dominio estructural y se hace una conciliación de leyes de lo real tratado en la planta concentradora y lo programado mes a mes.

## **CAPITULO II: SÍNTESIS DE LA GEOLOGIA DE LA UNIDAD MINERA ATACOCHA**

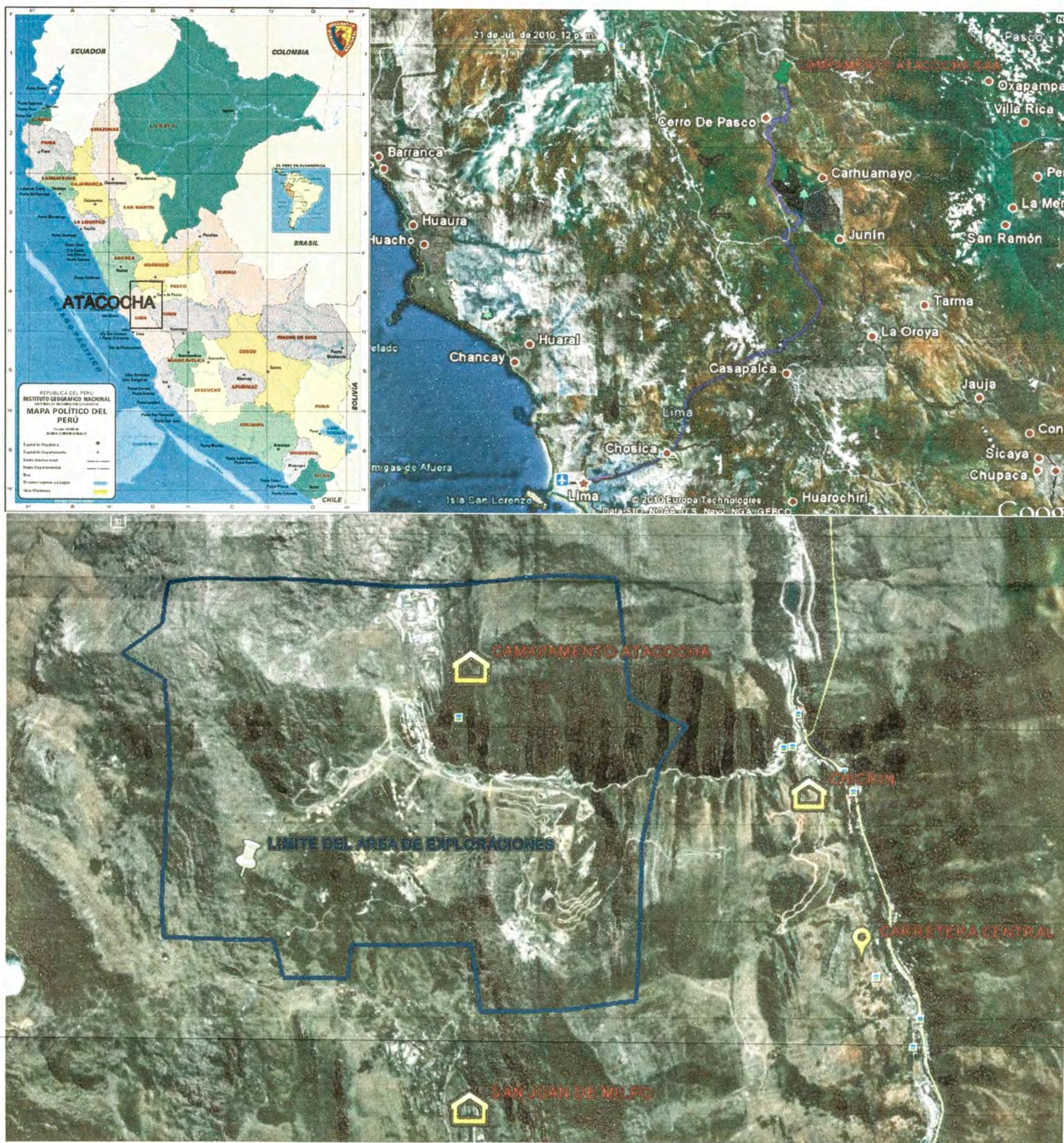
### **2.1 GENERALIDADES**

#### **2.1.1 Ubicación y Acceso**

La Unidad Atacocha se encuentra ubicada en el Distrito de Yarusyacán, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco, a una altitud de 4,000 m.s.n.m. En las coordenadas 8'830,000 N y 369,800 E

La zona de estudio es accesible desde Lima por la carretera central asfaltada, siguiendo la ruta por La Oroya, Carhuamayo, Colquijirca, zona denominada "el cruce", (entre Cerro de Pasco y Huánuco), hasta Chicrín, (oficinas administrativas de Atacocha), para finalmente proseguir por carretera afirmada hasta el yacimiento de Atacocha, con aproximadamente 331 Km., empleando 6 horas de recorrido en camioneta.

Figura N° 2.1.1-1  
Ubicación de la Unidad Minera Atacocha



Fuente Google Earth

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHIEL  
 ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO  
 ASESOR 2: CORMANYA MAURICIO JOBÉ  
 TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009



PLANO N°

FECHA: JUL-2010



ESCALA: SIN ESCALA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

UBICACIÓN DE LA UNIDAD MINERA ATACOCHA

ANEXO:

REV.

## **2.2 GEOLOGÍA**

### **2.2.1 Geología Regional**

El yacimiento Atacocha se ubica en los Andes Centrales del Perú en un contexto geológico regional constituido por rocas metamórficas, sedimentarias e intrusivas del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, respectivamente separadas por discordancias de erosión.

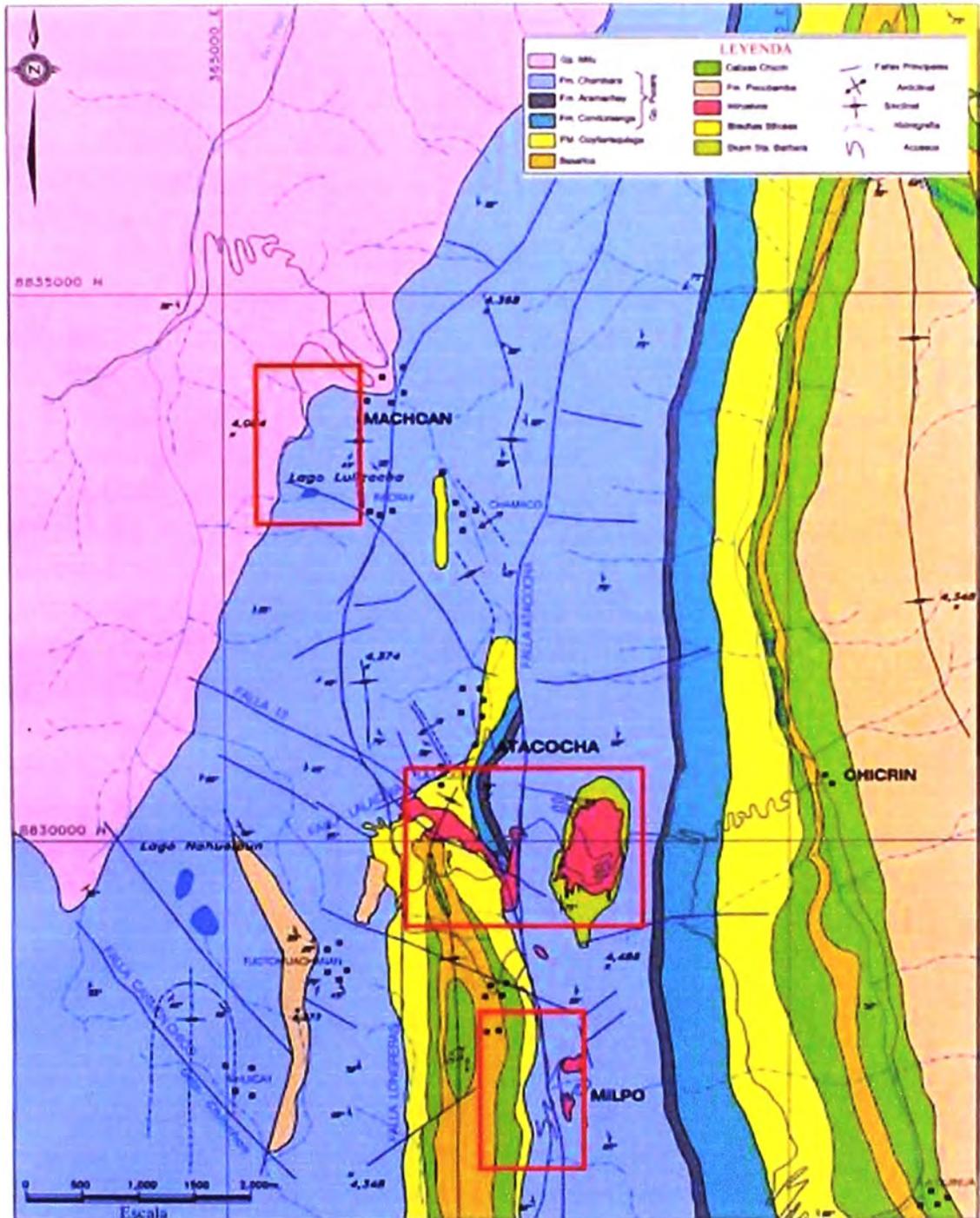
Las secuencias estratigráficas que se definen a escala regional corresponden al Grupo Mitu, Grupo Pucara, Formación Goyllarisquizga y la Formación Pocobamba. Estas unidades estratigráficas han sido intruidas en varias localidades por sistemas de intrusiones en dos generaciones de edad (11-15 Ma y 25-30 Ma). Estos sistemas de intrusiones se definen en dos corredores estructurales definidos. El corredor estructural al Oeste (Cerro de Pasco – Colquijirca) en la meseta de Junín y el corredor estructural Este (Milpo-Atacocha) ubicado en la faja subandina hacia la naciente de los valles amazónicos.

Los principales contextos estructurales de la región se caracterizan por los sistemas de fallas NS y NW-SE, donde se emplazan los distritos mineros de Cerro de Pasco - Colquijirca y sistema estructural Norte-Sur (primario) y Este-Oeste (secundario) de Milpo-Atacocha-Machcán hacia la base de las secuencias del Pucara (Jurásico inferior).

En la región de Cerro de Pasco han sido reconocidos tres cinturones magmáticos de distinta edad relacionados a yacimientos hidrotermales de la familia de los pórfidos de cobre. Un cinturón antiguo (38 a 35 Ma) ha desarrollado sistemas hidrotermales epitermales de metales preciosos del tipo “high sulfidation” en Quicay y Pacoyán. Un segundo cinturón más joven (29-26 Ma) comprende intrusivos generalmente dacíticos que han generado skarn asociados a mineralización de Zn-Pb-Ag-Cu en Milpo, Atacocha, Machcán y Vinchos. Un tercer cinturón más joven y prolífico es aquel desarrollado entre 15 y 10 Ma y que comprende los históricos distritos mineros de Cerro de Pasco y Colquijirca. Se trata de centros volcánicos de tipo domo-diatrema generalmente dacíticos relacionados a depósitos polimetálicos sin relación a skarn (cordilleranos) y pequeñas manifestaciones epitermales de metales preciosos de tipo “high sulfidation”.

El distrito minero de Cerro de Pasco, Colquijirca (11 a 15 millones de años) corresponde a un sistema de alta sulfuración en carbonatos.

Figura N° 2.2.1-1  
Geología Regional Distrital Atacocha – El Porvenir



### 2.2.2 Geología Estructural

Las zonas de operación minera actuales de Atacocha, secciones Atacocha, San Gerardo y Santa Bárbara están ubicadas al Norte-Noroeste y Noreste respectivamente de la intersección de las fallas principales Atacocha, Falla 1 y Falla 13.

Se observan dos zonas estructurales separadas por la falla Atacocha, la primera es la sección Santa Bárbara que se encuentra al Este de la Falla Atacocha en el homoclinal con estratos de dirección Norte-Sur buzando  $80^\circ$  al Este atravesado por el intrusivo Santa Bárbara que en realidad es un sistema de diques con dirección general Norte-Sur siendo la parte Sur de rumbo Norte-Noroeste, la parte central es Norte-Sur y la parte norte con dirección Noreste que implica fuerte control estructural. La sección Atacocha está al Oeste de la falla Atacocha y se ubica en profundidad y a lo largo del eje del sinclinal fallado y volcado, con dirección casi Norte-Sur, lo cual indica fuerte compresión hacia el Este. En esta sección a medida que se profundiza hacia el Sur se caracterizan mayores ocurrencias de cuerpos intrusivos que en realidad constituyen diques con dirección Norte-Sur.

Se han determinado tres sistemas o cuerpos intrusivos, el primero son los intrusivos que son de dos direcciones principales uno NS (Santa Bárbara) y el otro NW (San Gerardo), el segundo es el sistema silíceo de dirección Norte-Sur y el tercero es el conjunto de Brechas Heterolíticas de dirección principal Norte-Sur,

con fuerte control estructural relacionado a las fallas Atacocha, 1 y 13. Un segundo control de emplazamiento de intrusivos corresponde a las direcciones Norte-Sur y buzamientos subverticales de secuencias de estratificación que se muestran claramente debajo de los niveles 3600 en la sección 3 y 3900 en la sección 2-4.

#### **2.2.2.1 Características Mineralógicas de Tipos y Estilos de Mineralización.**

Según las características mineralógicas, alteración, roca caja, modo de emplazamiento, relleno y/o reemplazamiento, distribución espacial, proximidad de intrusivo, etc. Se ha definido los siguientes tipos y estilos de mineralización:

- **Cuerpos de Skarn (Santa Bárbara, Pradera-Vasconia)** estos cuerpos de skarn se caracteriza por la siguiente asociación mineralógica pirita, calcopirita, esfalerita, galena y en algunos lugares se observan pirrotita, pirita II, bournonita y covelita predominando las piritas en los niveles inferiores.
- **Brechas calcáreas (Anita, Cristina)** La mena se encuentra en matriz constituida por pirita, esfalerita, galena, sulfuros finos. Además se han identificado la asociación de pirita, oropimente, rejalgar y sulfuros finos (Nivel 3600) hacia los contactos de la brecha, se tiene calizas marmolizadas con débil mineralización.
- **Brechas Heterolíticas (OB-17, OB-15)** La mena se encuentra principalmente en la matriz de la brecha heterolítica y consta de pirita, esfalerita, galena, sulfuros

finos, hacia la denominada veta T se observa pirita I, pirita II siendo la esfalerita de coloración clara.

- **Vetas (Veta-P, Veta-R)** La mena consta de venillas de mena asociada a venas de skarn en contacto con mármol, la mineralogía consta de pirita, calcopirita, esfalerita, galena, cuarzo y carbonatos.

- **Brechas Silíceas (OB-9)** La roca consta de brecha silícea la mena esta en venas de pirita, galena, esfalerita, sulfuros finos, distribuidos en la matriz de sílice-sericita-arcillas.

- **Brechas Heterolíticas (OB-13B, OB-13C)** La mineralogía es de pirita, calcopirita, esfalerita, galena y sulfuros finos, distribuida en la matriz de las brechas, también se observa mineralización en los contactos con mármol. Esta asociación es de esfalerita, galena, pirita.

- **Cuerpos de mármol (OB-13)** presenta la asociación mineralógica de pirita, esfalerita, galena, calcopirita y sulfuros finos, se encuentra emplazada como cuerpos de reemplazamiento en skarn de granates verdes, mármol, sílice en la parte central.

2.2.2.2 Modelo de Yacimiento

Figura N° 2.2.2-1  
Modelo Superficial del Yacimiento Atacocha

Geología Superficie - Yacimiento Atacocha

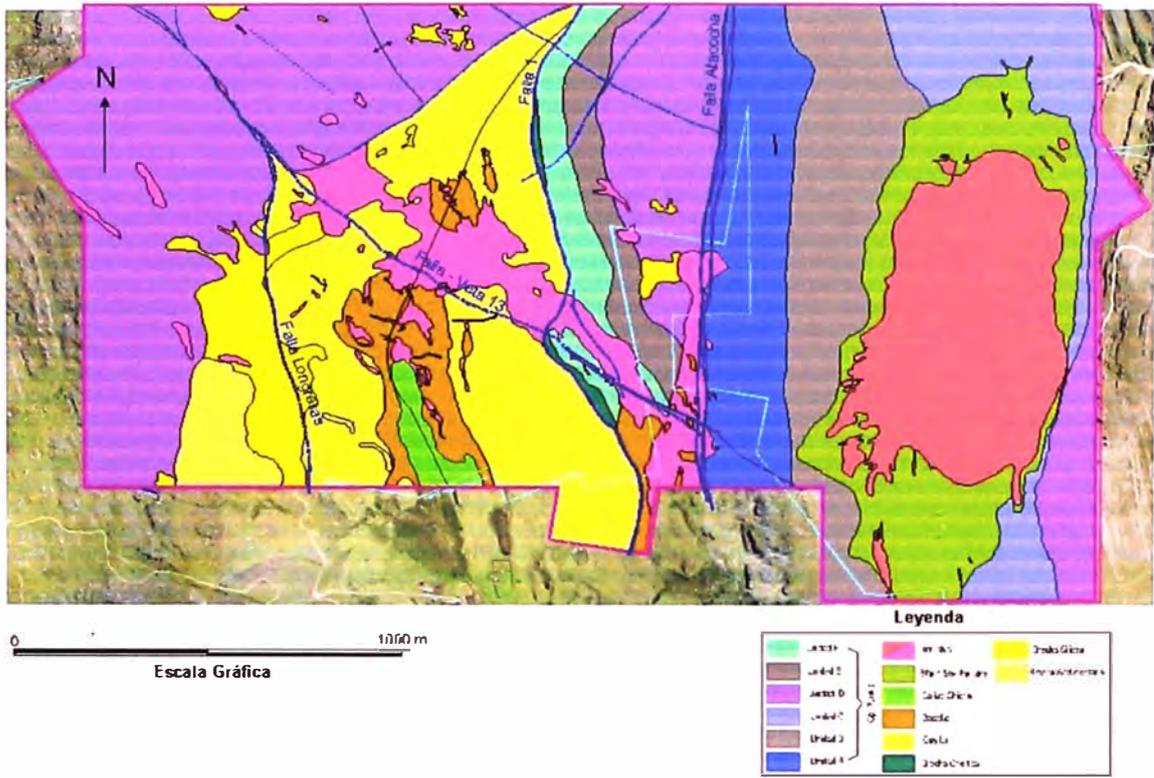
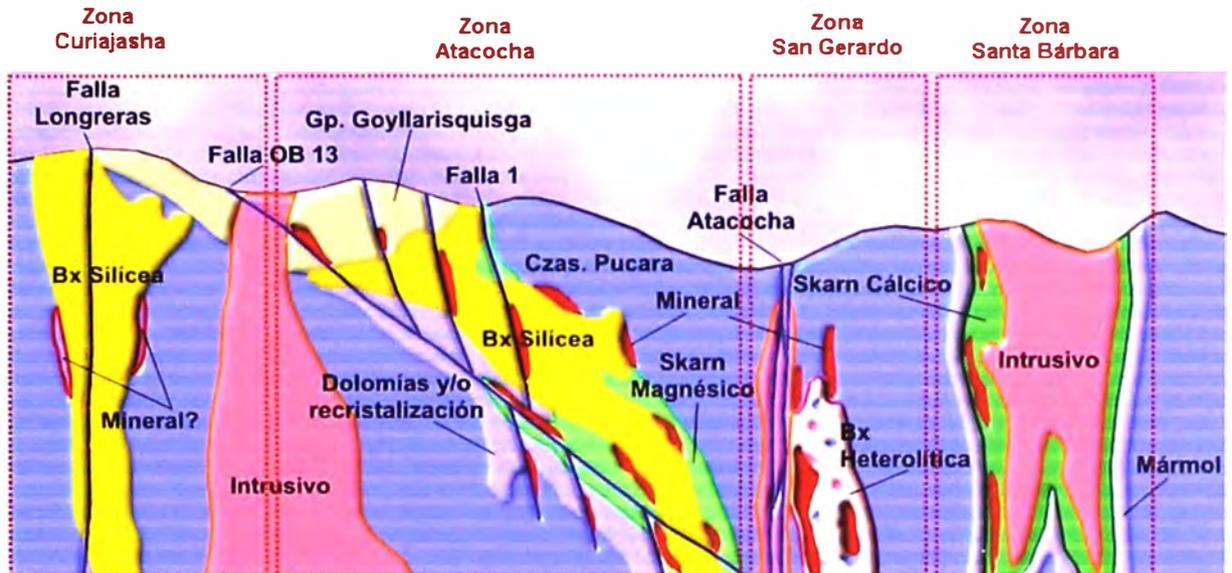


Figura N° 2.2.2-2  
Modelo en sección del Yacimiento Atacocha

Sección Geológica Esquemática - Yacimiento Atacocha



## **CAPITULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 RECURSOS MINERALES**

Es la concentración u ocurrencia natural, sólida e inorgánica en o sobre la corteza terrestre en forma y cantidad tal y de tal grado o calidad que tiene probabilidades razonables para una extracción económica.

Un Recurso se sustenta en interpretaciones con sólidas bases geológicas, apoyados en exploraciones geológicas, mineras y/o sondajes diamantinos.

##### **3.1.1 Recurso Mineral Inferido**

Es aquella parte de un Recurso Mineral por la cual se puede estimar el tonelaje, ley y contenido de mineral con un bajo nivel de confianza.

Se infiere a partir de evidencia geológica y se asume pero no se certifica la continuidad geológica ni de la ley. Se basa en información inferida mediante técnicas apropiadas de localizaciones como afloramientos, zanjas, rajos, laboreos y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confiabilidad incierta.

##### **3.1.2 Recurso Mineral Indicado**

Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un nivel razonable de confianza el tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido mineral. Se basa en información sobre exploración, muestreo y pruebas reunidas mediante técnicas apropiadas en ubicaciones como: afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes. Las ubicaciones están demasiado espaciadas o su espaciamiento es inapropiado para confirmar continuidad geológica y/o de ley, pero está espaciada con suficiente cercanía para que se pueda suponer continuidad.

### **3.1.3 Recurso Mineral Medido**

Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza el tonelaje, su densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en exploración detallada y confiable, información sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas de lugares como afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y Sondajes. Las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y/o de ley.

## **3.2 RESERVAS MINERALES**

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. Se realizan evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad. Estas evaluaciones demuestran en la fecha

en que se reporta que podría justificarse razonablemente la extracción. Las Reservas de Mineral se subdividen en orden creciente de confianza en Reservas Probables Minerales y Reservas Probadas Minerales.

### **3.2.1 Reservas Probables Minerales**

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias Recurso Mineral Medido.

### **3.2.2 Reservas Probadas Minerales**

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido.

## **3.3 DEFINICIÓN ECONÓMICA DE YACIMIENTO**

La definición económica de yacimiento, como auxiliar de la investigación geológico-Minera, es de gran interés. Su consideración presenta indudables ventajas como herramienta para decidir la continuidad o no de las labores de investigación.

En el ambiente minero la definición de mena y ganga es un concepto puramente económico que depende de multitud de factores, como son el contenido metálico o calidad intrínseca de mineral, la composición mineralógica, las impurezas que presentan, la disposición espacial del depósito, etc.

De modo general se acepta la existencia de dos leyes principales:

**Ley Crítica:** que se define como aquella que produce beneficio nulo en la explotación, tratamiento y comercialización de mineral.

**Ley de corte o cut-off:** que es la ley mínima que produce un beneficio prefijado de antemano.

Esta ley coincide con la crítica cuando es nulo el beneficio.

El parámetro determinante para la definición de mena es la ley de corte el cual se puede calcular a partir de:

- Basada en el criterio del beneficio (Lasky)
- Basada en la optimización de la ley de corte por medio del VAN (Lane)

### 3.4 CÁLCULO DE LEY DE CORTE SEGÚN LASKY.

En 1952, en el informe Paley al Presidente de los Estados Unidos, Lasky introdujo el concepto de ley de corte:

$$B = P_v - \Sigma C \dots \dots \dots (1)$$

B = Beneficio

$P_v$  = Ingreso por ventas

$\Sigma C$  = Suma de todos los costes mineros y metalúrgicos.

La ley se introduce en (1), por medio de  $P_v$ , que se define mediante la expresión:

$$P_v = P_u \cdot L \cdot n$$

Siendo:

L = Ley de mineral

$P_u$  = Precio unitario del producto vendible.

n = Rendimiento global del proceso (t de metal en el concentrado / t de metal en la alimentación)

Despejando la ley:

$$L = (B + \Sigma C) / (P_u \cdot n)$$

L se denomina ley de corte  $L_c$  cuando  $B > 0$ . En estas condiciones se define el mineral como aquella parte de la roca mineralizada cuya ley es mayor a la ley de corte, es decir:

$$L_c = (B + \Sigma C) / (P_u \cdot n) \quad B > 0$$

Cuando el beneficio es nulo.

$$L = L_m = \Sigma C / (P_u \cdot n)$$

$L_m$  se denomina ley crítica o ley mínima explotable. Es la ley que resulta cuando los costes equilibran a los ingresos.

### 3.5 CÁLCULO DE LEY DE CORTE SEGÚN LANE.

Según Lane el VAN proporciona una base precisa para el cálculo de la ley de corte, pues considera las ganancias actuales y futuras por medio de la función VAN.

De acuerdo a Lane la estrategia para maximizar el VAN de una operación minera basada en la extracción de un yacimiento mineral finito, puede determinarse en cualquier periodo de tiempo haciendo máxima la expresión:

$$c - t(iV - dV/dT) = c - Ft \dots\dots\dots (2)$$

En donde

VAN = Valor Actual Neto

c = Flujo de caja por unidad de mineral explotado

t = tiempo necesario para explotar una unidad de mineral

i = Coste de capital

V = VAN máximo con el tiempo.

En términos económicos  $F$  es un coste de oportunidad que depende del interés que podría haberse ganado si el capital se hubiera colocado en otro lugar ( $iV$ ), y de las pérdidas (o ganancias) consecuencia de la variación de las condiciones económicas ( $dV/dT$ ).

Para el cálculo de la ley de corte en un yacimiento metálico monomineral:

PROCESO	PRODUCTO OBTENIDO	CANTIDAD	COSTE VARIABLE POR UNIDAD PRODUCIDA	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ANUAL
Minería	Mineral	1	m	M
Concentración	Concentrado	x	h	H
Metalúrgia	Metal	xyg	k	K

Siendo:

$x$  = relación concentrado / mineral

$y$  = Rendimiento del concentrador

$g$  = ley media del concentrado

$m, h, k$  = Costes por t del producto respectivo del proceso correspondiente

$M, H, K$  = Capacidad de producción anual de los distintos productos.

$f$  = Costes fijos anuales

$p$  = precio por unidad de metal

Entonces el flujo de caja correspondiente a una unidad de mineral explotado será:

$$c = (p - k) xyg - xh - m - ft \dots\dots\dots (3)$$

de (2) y (3)

Ecuación de Lane:

$$\text{Max}_g \{(p - k) xyg - xh - m - (f+F) t\}$$

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Según la clasificación de Danke es un estudio descriptivo porque mide de manera independiente el comportamiento de cada variable y correlacional porque relaciona las cuatro variables para la estimación de reservas.

#### **4.2 HIPÓTESIS**

El factor principal para separar las reservas de los recursos es el cut off y en una mina polimetálica este se calcula en base a una ley equivalente del elemento que más predomina en dicha mina, o en el mejor de los casos se debe trabajar con el valor de mineral.

#### **4.3 IDENTIFICACIÓN Y RELACIÓN ENTRE VARIABLES E INDICADORES**

Para la estimación de reservas se utilizaron las siguientes variables e indicadores:

<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
Cut off	Precios de los metales
	Costos de producción
	Parámetros metalúrgicos (Recuperación metalúrgica, leyes de concentrado)
	Ritmo de la producción
Recuperación de Mineral	Área de mineral Extraído
	Área mineralizada total
Dilución	Toneladas de desmonte
	Toneladas extraídas como mineral
Conciliación de Leyes	Leyes programadas
	Leyes tratadas en planta.

#### **4.4 SOFTWARE UTILIZADO**

La presente estimación de Reservas Minerales ha sido realizada utilizando el software Vulcan 7.5 SP3, que es una herramienta que permite definir, modelar, visualizar y cuantificar los cuerpos, determinados en base a las leyes de muestreo de labores de exploración y testigos de perforación diamantina.

Por otro lado, para calcular el cut off y valor de mineral, se realizaron simulaciones en Microsoft Excel.

## **CAPITULO V**

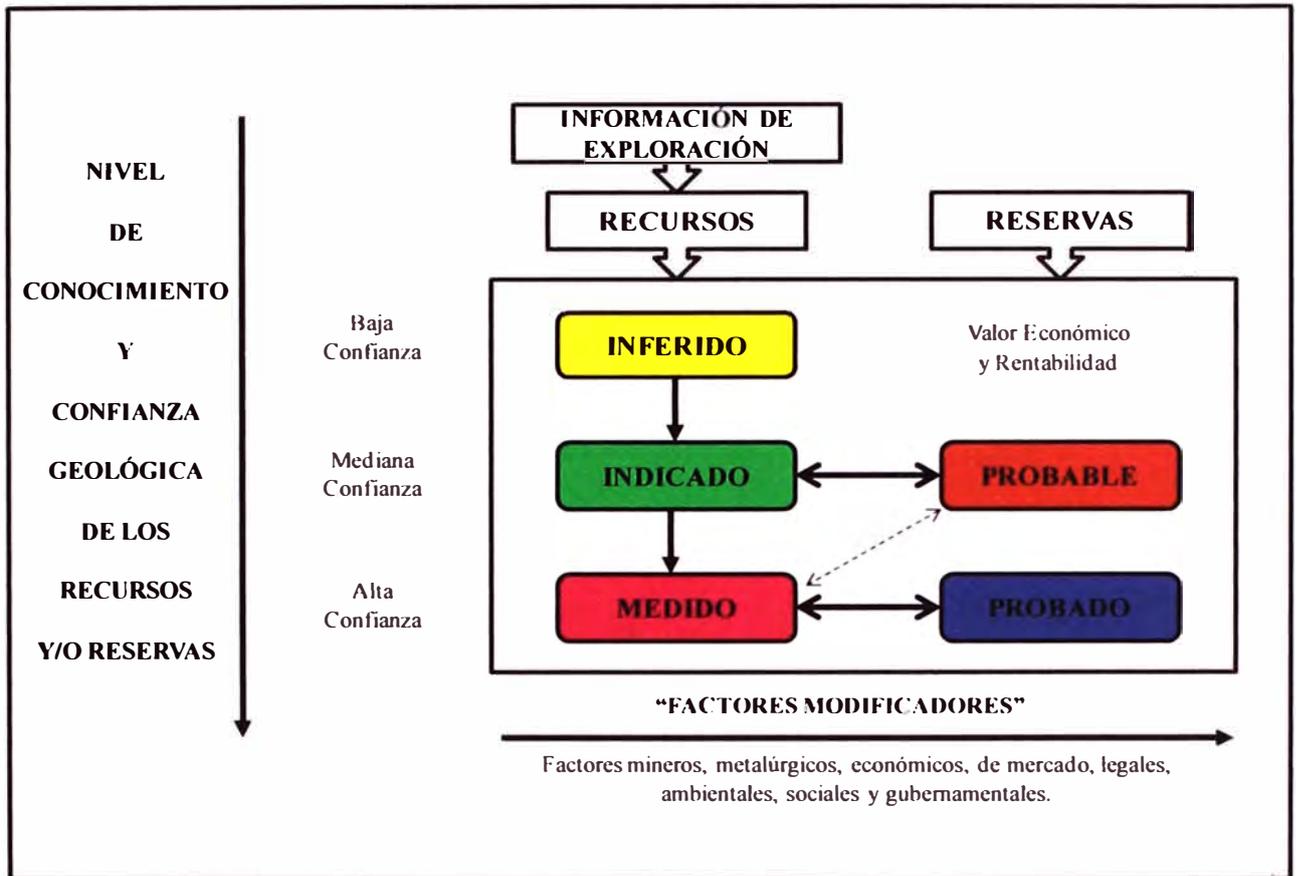
### **ESTIMACIÓN DE RECURSOS DE MINERAL**

#### **5.1 CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN**

En ATACOCHA, el “Inventario de Mineral” se ha elaborado de acuerdo a la aplicación de normas y parámetros establecidos en el Código JORC, el lineamiento canadiense NI 43-101 y los lineamientos del CIM que son códigos de estándares de reportes para Informar sobre Recursos Minerales. Estos establecen los estándares mínimos, recomendaciones y normas para la edición de Informes de Dominio Público sobre los resultados de las Exploraciones en Recursos y Reservas de mineral. (Ver figura N° 5.1.3-1 – Código JORC)

A mayor información geológica con las exploraciones, se incrementa el nivel de conocimiento y confianza geológica tanto de los recursos como de las reservas; mientras que, la variación de los factores modificadores (mineros, metalúrgicos, económicos de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales) hacen que los recursos se conviertan en reservas o viceversa, lo que se grafica con flechas de doble sentido.

**Figura N° 5.1.3-1**  
**Clasificación de los Minerales de Recursos y Reservas**



Fuente Código JORC

## 5.2 MÉTODOS Y CÁLCULOS PARA EL BLOQUEO DE MODELAMIENTO DE RECURSOS MINERALES

### 5.2.1 Tipos de Mineralización – Dominios Estructurales

En la mina Atacocha, se han reconocido la existencia de 4 tipos de mineralización denominados cuerpos y vetas mineralizadas.

- Dominio 1: Relacionado al fracturamiento N 55°-60° W zona de contacto en diques y fracturas, Estructura Mayor Falla 13.

- Dominio 2: Relacionado al fracturamiento N 15°-20° W zona Relleno de estructuras en rocas calcares mineralización distal, Estructura Mayor Falla 1.
- Dominio 3: Relacionado al fracturamiento Norte-Sur controlado por el cizallamiento N 50° W zona de Brechas, Estructura Mayor Falla Atacocha-Milpo
- Dominio 4: Relacionado al fracturamiento N 30°-35° W zona de Skarn de contacto con intrusivo.

(Ver anexo 1 – Vista en planta del mineral por Dominios Estructurales)

### 5.2.2 Codificación de los Cuerpos

Para una mejor configuración y delimitación del cuerpo mineralizado y fácil uso con el software Vulcan, los cuerpos fueron codificados como se muestra en el Cuadro N° 5.2.2-1.

**Cuadro N° 5.2.2-1  
Codificación de Cuerpos**

Estructura Mineralizada	Abreviatura	Codigo Vulcan	Seccion/Sector	Zona/Dominio	Tipo de Mineralizacion
Orebody 9	OB9	1004	Atacocha	Dominio2	Relleno de Estructuras
Orebody 13	OB13	1007	Atacocha	Dominio2	Relleno de Estructuras
Orebody 13 Ramal 4	OB13R4	1010	Atacocha	Dominio2	Relleno de Estructuras
Orebody 13 Ramal 6	OB13R5	1011	Atacocha	Dominio1	Zona de contacto diques
Orebody 13 Ramal 7	OB13R2	1013	Atacocha	Dominio1	Zona de contacto diques
Orebody 13 B	OB13B	1012	Atacocha	Dominio2	Relleno de Estructuras
Orebody 13 C	OB13C	1015	Atacocha	Dominio2	Relleno de Estructuras
Orebody 15	OB15	1016	San Gerardo	Dominio3	Brechas
Orebody 17	OB17	1017	San Gerardo	Dominio3	Brechas
Orebody Anita	OBA	1018	Santa Barbara	Dominio4	Skarn
Orebody Cristina	OBC	1019	Santa Barbara	Dominio4	Skarn
Orebody Cristina NE	OBCNE	1021	Santa Barbara	Dominio4	Skarn
Orebody Don Felipe	OBDF	1023	Santa Barbara	Dominio4	Skarn
Orebody San Pedro	OBSP	1029	Santa Barbara	Dominio4	Skarn
Orebody Santa Barbara	OBSB	1030	Santa Barbara	Dominio4	Skarn
Orebody Pradera-Vasconia	OBPRVS	1031	Santa Barbara	Dominio4	Skarn
Veta Prima	VPR	2011	Atacocha	Dominio2	Relleno de Estructuras
Veta Ramal P	VRP	2013	Atacocha	Dominio2	Relleno de Estructuras
Veta San Gerardo	VSG	2017	San Gerardo	Dominio3	Brechas
Veta I	VI	2027	San Gerardo	Dominio3	Brechas
Veta T	VT	2038	San Gerardo	Dominio3	Brechas

### **5.2.3 Definición de Sectores**

La configuración de sectores está definida por las zonas operativas establecidas por la Unidad Minera Atacocha que las divide de la siguiente manera:

1. Sector Atacocha
2. Sector San Gerardo
3. Sector Santa Bárbara

(Ver anexo 6 – Distribución de la mina Atacocha por sectores)

### **5.2.4 Tratamiento Previo de las Leyes de Ensaye**

Se han ingresado las leyes de muestreo y sondajes con sus respectivas coordenadas procesadas en Autocad a su vez validadas y registradas en Sistema SIOM (Sistema de Operaciones Mineras), donde se almacena la información topográfica, muestreos, sondajes con sus respectivas leyes, coordenadas y cotas.

### **5.2.5 Valores Extremos**

Se consideran valores extremos a aquellas leyes que están por encima del límite de correlación de una población de muestras, determinados por análisis. Cuyo resultado se resume en el Cuadro N° 5.2.5-1

**Cuadro N° 5.2.5-1**  
**Corrección de Valores Extremos**

	Pb	Zn	Ag	Cu
Dominio 1	0.32	28.99	1.58	1.04
Dominio 2	12.33	30.10	10.92	1.84
Dominio 3	8.92	8.69	12.54	0.56
Dominio 4	6.38	31.45	7.39	4.18

### 5.2.6 Análisis Geoestadístico

Para medir el grado de correlación y continuidad espacial entre las muestras hemos usado el variograma que es la herramienta fundamental de la Geoestadística.

Previo análisis de los variogramas se realizaron trabajos de estadística descriptiva de leyes para cada dominio, analizando la distribución de frecuencias de leyes, variabilidad de las leyes, correlación y dispersión entre los diferentes elementos. Estos trabajos iniciales sirven para determinar el orden de magnitud de las leyes medias para cada dominio y para determinar la longitud para el compuesto de muestras (efecto soporte) que servirán para la generación de los variogramas experimentales.

Los variogramas experimentales se ha realizado para cada elemento, según el dominio, en todas las direcciones, para poder tener una visión más amplia de las estructuras y determinar cual u cuales son las direcciones preferenciales.

Los variogramas experimentales, fueron ajustados y modelados a partir de los variogramas teóricos, con la intención de disponer de una ecuación con datos de meseta, efecto pepa y alcances para la estimación de recursos.

El alcance proporciona una medida de la zona de influencia de una muestra con respecto a otra, la distancia que es mayor que el alcance se considerará prácticamente muestra independiente; o dicho de otra forma, muestras cuya distancia sea inferior al alcance están correlacionadas entre sí.

Los resultados de estos análisis se muestran en el Cuadro N° 5.2.6-1, indicando los parámetros obtenidos como, la orientación, el efecto pepa, dos estructuras de modelamiento de variogramas (esférico y exponencial) las varianzas (mesetas) y los alcances en las direcciones preferenciales del variograma.

**Cuadro N° 5.2.6-1**  
**Parámetros Variográficos**

DOM	ELEM.			NUGGET	SPH		EXP		C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>
		AZ.	INC.	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	a <sub>2</sub>	
1	PB	0	0	0.250	0.210	5.100	0.110	27.700	0.570
		90	0	0.250	0.210	4.200	0.110	21.100	0.570
		0	90	0.250	0.210	4.800	0.110	23.600	0.570
	ZN	90	0	0.330	0.130	9.700	0.230	31.800	0.690
		0	0	0.330	0.130	4.100	0.230	20.500	0.690
		0	90	0.330	0.130	4.700	0.230	22.000	0.690
	AG	90	0	0.180	0.060	6.700	0.190	28.200	0.430
		0	0	0.180	0.060	4.600	0.190	23.400	0.430
		0	90	0.180	0.060	6.800	0.190	14.400	0.430
CU	90	0	0.200	0.200	6.400	0.120	28.100	0.520	
	0	0	0.200	0.200	6.200	0.120	16.100	0.520	
	0	90	0.200	0.200	3.900	0.120	15.800	0.520	
2	PB	135	0	0.370	0.290	7.390	0.110	21.260	0.770
		45	0	0.370	0.290	7.310	0.110	24.660	0.770
		45	90	0.370	0.290	5.400	0.110	20.560	0.770
	ZN	135	0	0.460	0.140	3.720	0.350	24.500	0.950
		45	0	0.460	0.140	3.720	0.350	26.500	0.950
		45	90	0.460	0.140	3.270	0.350	18.000	0.950
	AG	135	0	0.320	0.150	5.220	0.180	17.400	0.650
		45	0	0.320	0.150	4.700	0.180	18.900	0.650
		45	90	0.320	0.150	3.630	0.180	15.200	0.650
CU	135	0	0.370	0.140	3.310	0.270	20.770	0.780	
	45	0	0.370	0.140	2.910	0.270	21.030	0.780	
	45	90	0.370	0.140	2.880	0.270	23.600	0.780	
3	PB	135	0	0.300	0.150	3.810	0.150	23.000	0.600
		45	0	0.300	0.150	3.780	0.150	17.600	0.600
		45	90	0.300	0.150	3.310	0.150	15.000	0.600
	ZN	135	0	0.250	0.160	5.400	0.130	27.500	0.540
		45	0	0.250	0.160	5.320	0.130	22.900	0.540
		45	90	0.250	0.160	3.320	0.130	20.600	0.540
	AG	135	0	0.250	0.150	4.720	0.130	30.000	0.530
		45	0	0.250	0.150	4.360	0.130	25.200	0.530
		45	90	0.250	0.150	3.350	0.130	18.500	0.530
CU	135	0	0.200	0.120	5.000	0.110	23.000	0.430	
	45	0	0.200	0.120	4.500	0.110	20.000	0.430	
	45	90	0.200	0.120	3.000	0.110	14.000	0.430	
4	PB	0	0	0.270	0.180	4.620	0.110	12.670	0.560
		90	0	0.270	0.180	3.950	0.110	12.220	0.560
		0	90	0.270	0.180	3.370	0.110	12.450	0.560
	ZN	135	0	0.300	0.171	4.460	0.161	30.800	0.632
		45	0	0.300	0.171	3.970	0.161	30.100	0.632
		45	90	0.300	0.171	3.410	0.161	30.100	0.632
	AG	0	0	0.100	0.110	3.920	0.050	12.200	0.260
		90	0	0.100	0.110	3.900	0.050	15.000	0.260
		0	90	0.100	0.110	3.650	0.050	11.900	0.260
CU	0	0	0.260	0.200	5.410	0.090	23.900	0.550	
	90	0	0.260	0.200	4.720	0.090	18.000	0.550	
	0	90	0.260	0.200	4.180	0.090	14.000	0.550	

### 5.2.7 Interpolación de leyes

El método de interpolación aplicado para la estimación de leyes fue el Krigado Ordinario, dentro de los dominios determinados según el volumen del sólido a estimar.

Esta técnica de interpolación cumple la condición de insesgado y asigna pesos óptimos a las muestras a partir del modelo de variograma, de modo que las distancias a las que las leyes guardan correlación entre sí, la anisotropía y la variabilidad entre otras, son tomadas en cuenta para la estimación de la ley en cada bloque.

La Interpolación se realizó para cada grupo en forma independiente. Con el apoyo de esta técnica se obtuvo los valores de cada bloque en los sitios no muestreados.

Los parámetros para la interpolación, fueron obtenidos a partir de los alcances y orientaciones preferentes de los modelos de variogramas ajustados para cada elemento y dominio de mineral (ver Cuadro N° 5.2.6-1)

De igual forma las orientaciones para el elipsoide de búsqueda, las distancias de búsquedas según el eje mayor, semieje mayor y menor, fueron determinadas según la dirección preferencial o principal del modelo de variograma de cada dominio y definidas por el modelo esférico o exponencial que tenga mayor alcance, de esta forma las leyes de todos los elementos se estimaran.

### 5.2.8 Categorización de Recursos

Considerando los resultados del variograma en función a los alcances obtenidos para cada dominio, los recursos se han clasificado aplicando los siguientes criterios: 1/2 del alcance, para Recursos Medidos y 1 alcance para Recursos Indicados y el residuo según el modelo del mineral para Recursos Inferidos.

El criterio de clasificación se muestra en el cuadro N° 5.2.8-1

**Cuadro N° 5.2.8-1**  
**Categoría en base a la información de Alcances**

<b>Alcance</b>	<b>Categoría</b>	<b>Observaciones</b>
1/2	Recurso Medido	
1	Recurso Indicado	
6	Recurso Inferido	Limitado por el sólido del mineral

### 5.2.9 Peso Específico

Este inventario considera los pesos específicos indicados en el Cuadro 5.2.9-1 basado en los resultados de las muestras recolectadas para este fin, y que fueron medidas por el laboratorio externo ALS CHEMEX hasta diciembre 2007. Estas informaciones están almacenadas en una base de datos y se continúa alimentando a la fecha con información actualizada. De igual forma, cada muestra esta diferenciada por el nombre del tajo, estructura mineralizada y dominio al cual pertenece.

**Cuadro N° 5.2.9-1  
Promedio de Resultado del Peso Especifico**

	<b>Dominio 1</b>	<b>Dominio 2</b>	<b>Dominio 3</b>	<b>Dominio 4</b>
<b>Mineral</b>	3.52	3.62	3.31	3.40
<b>Esteril</b>	2.99	2.68	2.70	2.99

### 5.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS MINERALES

Hecha la clasificación de los recursos minerales de acuerdo a los lineamientos del Código JORC antes citados, en los planos de este trabajo se utiliza la simbología de colores que se resume en el Cuadro N° 5.3-1

**Cuadro N° 4.3-1  
Simbología de Colores para los Recursos de Minerales**

<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Color que lo Identifica</b>
Medido	
Indicado	
Inferido	

### 5.4 RESULTADOS DEL INVENTARIO DE RECURSOS

El Inventario de Recursos de la Unidad Minera Atacocha al 31 de marzo del 2009 se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 5.4-1  
Estimación de Recursos por Modelo de Bloques en Vulcan**

<b>Categoría</b>	<b>TMS</b>	<b>Oz/TM Ag</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>	<b>% Pb</b>
Medido	1,717,176	1.18	5.77	0.28	0.52
Indicado	1,469,833	1.40	6.11	0.28	0.59
Inferido	1,262,411	1.73	5.94	0.30	0.61
<b>Total general</b>	<b>4,449,420</b>	<b>1.41</b>	<b>5.93</b>	<b>0.29</b>	<b>0.57</b>

## **CAPITULO VI**

### **ANÁLISIS Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **CALCULO DE LA LEY DE CORTE Y VALOR DE MINERAL**

##### **6.1 Resumen**

En este capítulo determinaremos la ley de corte o cut – off y Valor de Mineral en Atacocha S.A.A, con el objetivo de estimar las Reservas de Mineral en la Unidad.

El concepto teórico de este cálculo se basa en buscar la ley de cabeza mínima para que el ingreso por ventas producidas resulte ligeramente mayor al costo de producción.

Las operaciones mineras de Atacocha están dispersas en los diferentes niveles y sectorizados, como Atacocha, Santa Bárbara y San Gerardo, esta tesis muestra el cálculo de una ley de corte por zonas y una ley de corte general para toda la mina.

El costo promedio de los cuatro primeros meses del año 2009 es de 24.57 US\$/TM (NSR).

Para obtener el cut off, hemos considerado leyes de cabeza promedio del periodo 2008:

Ley de zinc	5.14 %
Ley de plomo	0.98 %
Ley de cobre	0.27 %
Ley de plata	1.60 Oz/Tm
Ley de oro	0.01 Oz/Tm

Con las simulaciones en las diferentes corridas, se determino el cut off de 2.18 %Zn o una ley equivalente en Zn de:

Ley de zinc	2.18 %
Ley de plomo	0.44 %
Ley de cobre	0.20 %
Ley de plata	0.53 %
Ley de oro	0.19 %
Ley de zinc equivalente	3.55 %

Los precios de los metales considerados son los que corresponden a la proyección del 2009 (Ver precios históricos de los metales).

Zinc	US\$/TM	1,600
Plomo	US\$/TM	1,500
Cobre	US\$/TM	5,000
Plata	US\$/Oz	15
Oro	US\$/Oz	1,000

Los cálculos para determinar el valor de mineral arrojaron los siguientes resultados:

1 onz Ag es equivalente a	US\$	5.46
1 onz Au es equivalente a	US\$	266.63
1 % Zn es equivalente a	US\$	6.97
1 %Pb es equivalente a	US\$	7.48
1 % Cu es equivalente a	US\$	12.06

## 6.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

El Cut-Off es el nivel límite o línea que marca el mineral económico del que no lo es en las actuales condiciones del yacimiento, precios de minerales y costos de producción asociados.

El volumen de material cuya ley se encuentre por debajo de la ley de corte será considerado desmonte, por el reducido contenido metálico que no justifica su extracción al no cubrir los costos del proceso productivo.

En caso de yacimientos polimetálicos se puede identificar una ley equivalente referente a un mineral que generalmente se toma el de mayor predominancia en el yacimiento. En el caso de la Unidad Producción Atacocha S.A.A. es el Zn, o bien se da el conjunto de leyes que cumplan las restricciones y el costo de producción, que en el presente caso sería el de Zn, Pb y Cu. Sin embargo, considerar leyes equivalentes no refleja las diferencias metalúrgicas que implica cada metal, por lo que es mejor reflejar las diferentes leyes de diferentes metales en yacimientos polimetálicos, como Atacocha , con un Valor de Mineral, debidamente calculado

considerando los aspectos metalúrgicos, comerciales y otros aspectos inherentes a cada uno.

Diversos factores pueden hacer variar la ley de corte de una operación, dada su influencia en los costos o en el ingreso de la empresa.

El factor más directo son las fluctuaciones de las cotizaciones de los metales en el mercado mundial. Por ejemplo, en un contexto de precios bajos, el volumen de reservas se reduciría, ya que se extraerá únicamente aquel material por encima de la ley de corte. La paradoja es que esto se da sin que el yacimiento sufra modificación alguna. El volumen de mineral sigue siendo el mismo, la diferencia está en su valor económico.

El presente contexto de precios, permite trabajar yacimientos considerados como marginales. El mayor nivel de precios justificará el trabajo de mineral con menor contenido metálico. El volumen de reservas también puede verse afectado por nuevos costos indirectos, como pueden ser los tributos. En ese sentido, una excesiva y creciente carga tributaria resta rentabilidad a una reserva minera en operación o exige una mayor ley de corte, dado que se incrementan los costos de producción de los minerales. Además, puede frenar el inicio de algunos proyectos mineros debido a que ya no serían económicamente viables.

La tecnología es otro factor que influye en la operación de una reserva minera; así, los últimos avances en las técnicas de exploración han hecho posible el

descubrimiento de yacimientos que hubiesen pasado desapercibidos usando la tecnología tradicional. Del mismo modo, los avances en métodos de producción y procesamiento han permitido una constante reducción en los costos y tiempos, lo que lleva a que las empresas operen de manera más limpia y eficiente mayores volúmenes de reservas mineras.

El lado estratégico de la industria minera es ir a elevados volúmenes de procesamiento de minerales (Un ejemplo didáctico de esta afirmación son las operaciones a cielo abierto), con la finalidad de reducir los costos unitarios fijos, aquí el enfoque es la diferenciación de costos.

Los minerales con valor económico no suelen poseer características que los hagan fácilmente reconocibles. Los resultados de la toma de muestras proporcionan la información vital para una operación minera, determinan la frontera entre el mineral con valor económico (Reserva) y el desmonte; la frontera está constituida por la ley de corte.

### **6.3 DESARROLLO DEL CÁLCULO DEL CUT OFF**

A continuación se discuten las variables que intervienen en el estimado del Cut-Off como son los precios de metales, recuperación metalúrgica, leyes de concentración, costos de producción.

### 6.3.1 Precios de los metales

Las cotizaciones de los precios de los metales considerados para los cálculos son los proyectados para el año 2009 de acuerdo a los gráficos de tendencias de los metales (Precios Históricos), se ha considerado estas cotizaciones teniendo en cuenta que anualmente se prepara un nuevo presupuesto y se revisan los precios. Los precios proyectados considerados para las estimaciones del Quinquenio 2009 – 2013 se muestran en el Cuadro N° 6.3.1-1 – Precios de los Metales.

**Cuadro N° 6.3.1-1  
Precio de los Metales**

Metal	Unidad	Año				
		2009	2010	2011	2012	2013
Zinc	US\$/TM	1,600	1,600	1,800	1,800	2,000
Plomo	US\$/TM	1,500	1,500	1,700	1,700	1,900
Cobre	US\$/TM	5,000	5,000	7,000	7,000	8,000
Plata	US\$/Onz	15	15	20	20	25
Oro	US\$/Onz	1,000	1,000	1,200	1,200	1,400

### 6.3.2 Parámetros Metalúrgicos

Tanto la recuperación metalúrgica así como las leyes de los concentrados se han tomado del promedio que tenemos al mes de Diciembre del 2008. El Cuadro N° 6.3.2-1 muestra el Balance Metalúrgico de Enero a Diciembre del 2008. La recuperación metalúrgica considerada para el Zn es de 93.9%.

**Cuadro N° 6.3.2-1  
Balance Metalúrgico de Enero a Diciembre del 2008**

PRODUCTO	TMS	LEYES %, OZ/TM				DISTRIBUCION %			
		Ag*	Pb	Cu	Zn	Ag	Pb	Cu	Zn
<b>Cabeza</b>	1,260,388	1.60	0.98	0.27	5.14	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Conc. Pb</b>	16074	73.08	67.00	1.12	3.96	58.27	87.54	5.29	0.98
<b>Conc. Cu</b>	5353	68.25	8.13	26.04	5.21	18.12	3.54	40.96	0.43
<b>Conc. Zn</b>	108447	1.66	0.32	1.16	56.06	8.91	2.85	37.07	93.88
<b>Relave</b>	1,130,515	0.26	0.07	0.05	0.27	14.70	6.07	16.68	4.71
<b>Total Concentrados Producidos</b>	<b>129,874</b>								

	Ratio
<b>Conc. Pb</b>	78.41
<b>Conc. Cu</b>	235.45
<b>Conc. Zn</b>	11.62

## GRÁFICO DE LOS PRECIOS HISTÓRICOS DE LOS METALES

### PLOMO



Fuente: [www.metalprices.com](http://www.metalprices.com)

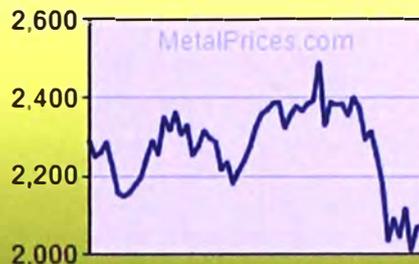
## ZINC

LME Zinc Settlement 30 Days - \$/MT



19 Apr, 2010 - 14 May, 2010

LME Zinc Settlement 90 Days - \$/MT



17 Feb, 2010 - 14 May, 2010

LME Zinc Settlement 6 Months - \$/MT



17 Nov, 2009 - 14 May, 2010

LME Zinc Settlement 1 Year - \$/MT



18 May, 2009 - 14 May, 2010

LME Zinc Settlement 3 Years - \$/MT



17 May, 2007 - 14 May, 2010

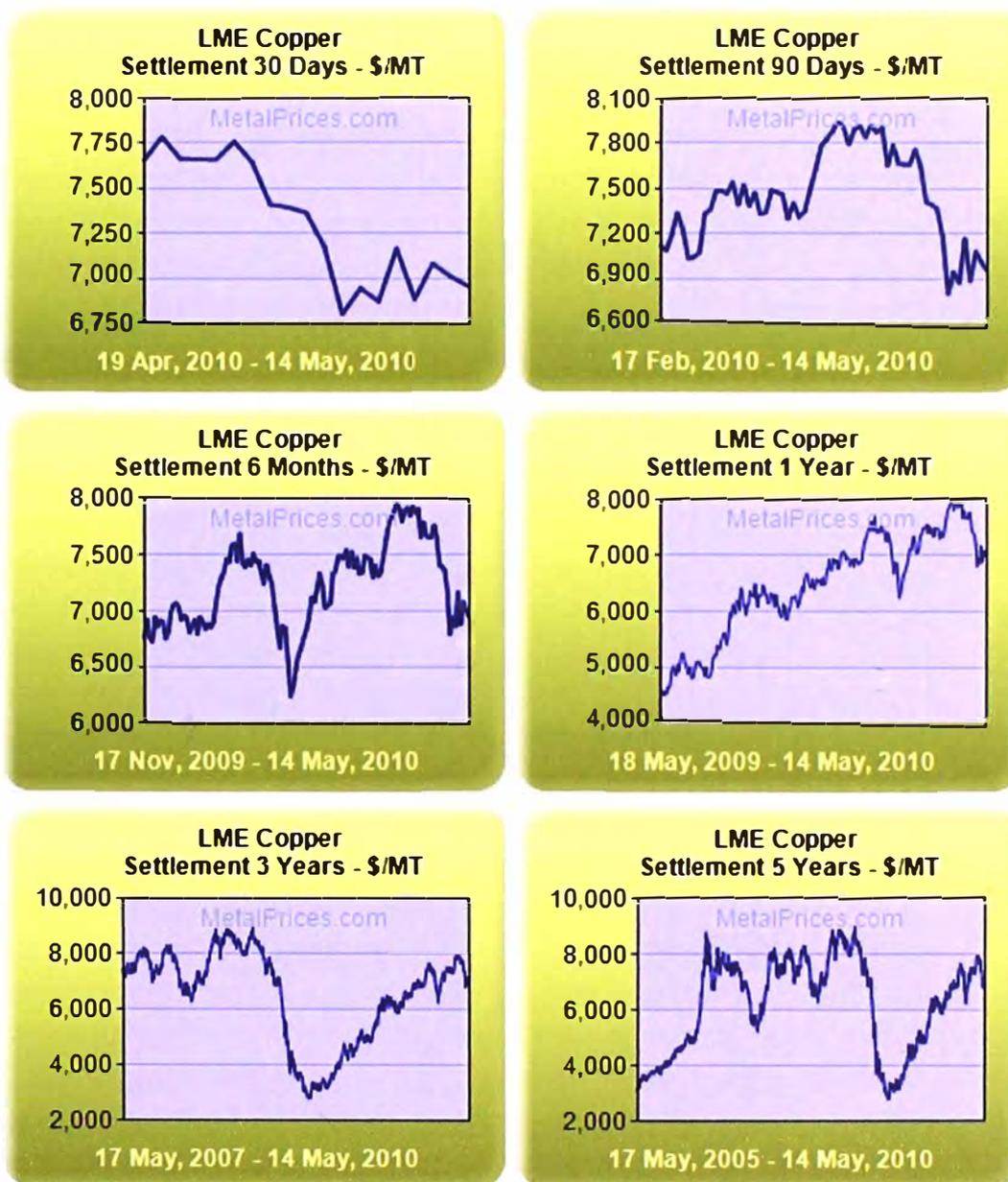
LME Zinc Settlement 5 Years - \$/MT



17 May, 2005 - 14 May, 2010

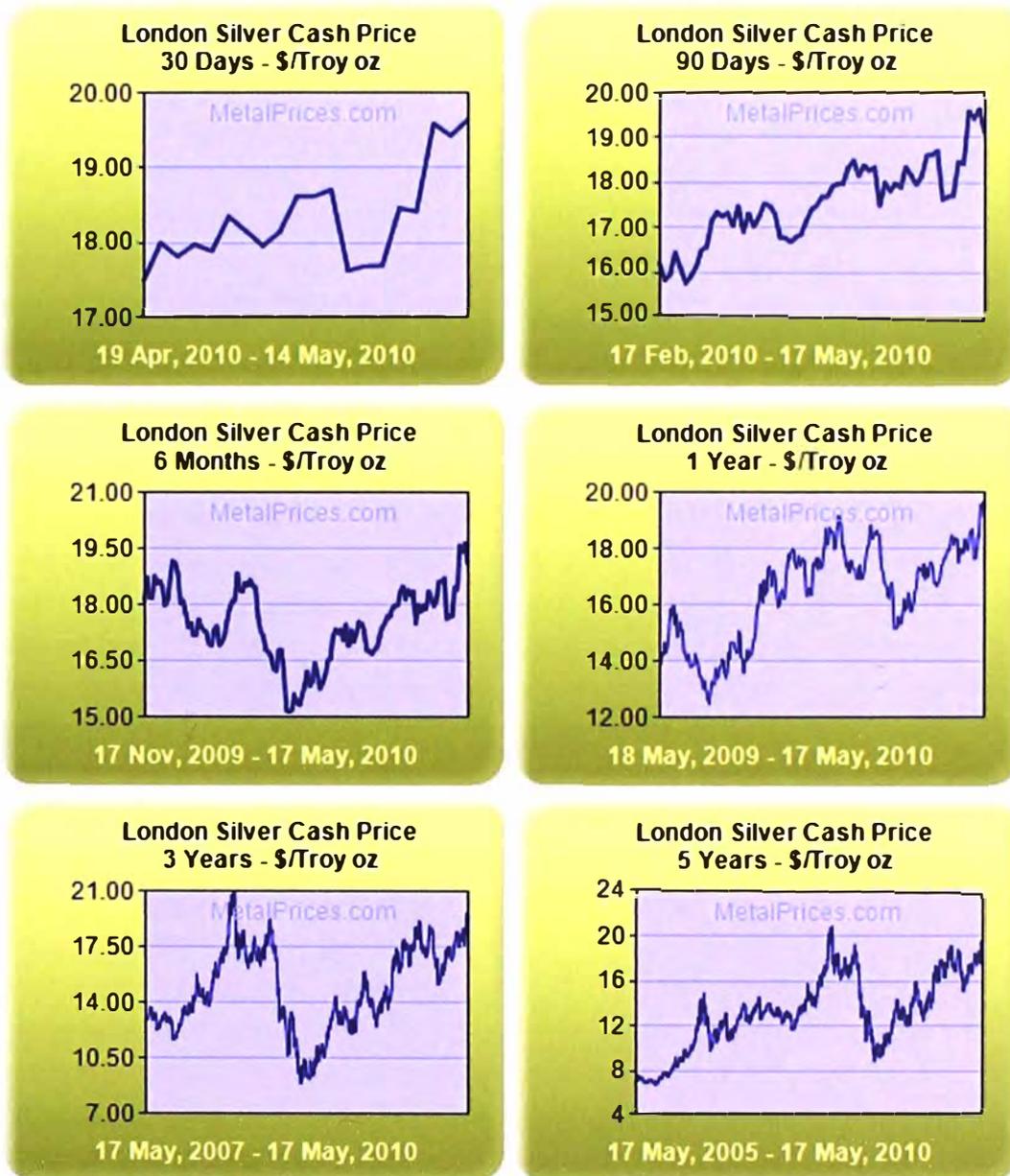
Fuente: [www.metalprices.com](http://www.metalprices.com)

## COBRE



Fuente: [www.metalprices.com](http://www.metalprices.com)

## PLATA



Fuente: [www.metalprices.com](http://www.metalprices.com)

## ORO



Fuente: [www.metalprices.com](http://www.metalprices.com)

### 6.3.4 Costo Total de Producción

La evolución de los costos en el año 2009 se puede observar en el cuadro N° 6.3.4-1

**Cuadro N° 6.3.4-1  
Costo de Producción de Enero a Abril del 2009**

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
<b>Por Naturaleza de Gasto</b>						
Suministros	US\$/t	3.15	3.01	2.77	3.14	3.02
Mano de Obra	US\$/t	5.58	6.02	5.25	5.59	5.60
Servicios de Terceros	US\$/t	16.11	17.09	13.25	13.40	14.87
Otros	US\$/t	1.07	1.22	1.05	1.04	1.09
<b>Total</b>	US\$/t	<b>25.90</b>	<b>27.33</b>	<b>22.32</b>	<b>23.16</b>	<b>24.57</b>

El costo unitario Como promedio de estos cuatro primeros meses es US\$/t 24.57 Entonces el cut off será aquella ley de cabeza cuyo valor de mineral sea ligeramente mayor a este costo de total de producción.

El cuadro N° 6.3.4-2 muestra los costos totales por cada área o departamento en la Unidad Minera Atacocha, y en el cuadro N° 6.3.4-3 se puede observar los costos expresados en US\$/t.

En los cuadros N° 6.3.4-4, N° 6.3.4-5, N° 6.3.4-6, N° 6.3.4-7, N° 6.3.4-8, se pueden observar según al centro de costo al que pertenecen, esto es para el promedio de los primeros cuatro meses del año 2009. Estos cuadros muestran claramente que US\$/t 24.57, es el costo total en la unidad minera incluido Administración y Recursos Humanos, Contabilidad, Legal mina, Tecnología de la información, Logística mina, Derechos de vigilancia, Comunidades y Seguros.

El cut off determinado en este trabajo es un cut off Empresarial porque considera todos los costos que existen en Compañía Minera Atacocha S.A.A hasta el punto de venta según contrato, sea precio CIF o FOB.

**Cuadro N° 6.3.4-2**  
**Costo de Producción de Enero a Abril del 2009**

<b>EVOLUCIÓN DEL CASH COST 2009 EN MONTO US\$</b>							
TONELAJE TRATADO		111,870	92,900	110,316	111,084	426,170	
CONCENTRADO PRODUCIDO		10,876	8,870	9,881	9,646	39,273	
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>		<b>ene-09</b>	<b>feb-09</b>	<b>mar-09</b>	<b>abr-09</b>	<b>Acumulado</b>	<b>%</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>US\$</b>	<b>2,897,405</b>	<b>2,539,316</b>	<b>2,462,790</b>	<b>2,573,250</b>	<b>10,472,760</b>	<b>100%</b>
<b>GEOLOGIA</b>	<b>US\$</b>	83,440	77,940	54,445	70,906	\$ 286,731	2.7%
MANO DE OBRA	US\$	50,212	36,888	39,358	41,438	\$ 167,896	1.6%
MATERIALES	US\$	789	614	453	1,600	\$ 3,457	0.0%
TERCEROS	US\$	32,439	40,437	14,634	27,867	\$ 115,378	1.1%
<b>PLANEAMIENTO</b>	<b>US\$</b>	51,317	58,252	56,463	50,891	\$ 216,923	2.1%
MANO DE OBRA	US\$	48,380	54,776	53,032	46,865	\$ 203,053	1.9%
MATERIALES	US\$	705	1,067	1,514	855	\$ 4,141	0.0%
TERCEROS	US\$	2,232	2,408	1,917	3,171	\$ 9,729	0.1%
<b>MINA OPERACION</b>	<b>US\$</b>	1,322,126	1,084,498	979,113	992,281	\$ 4,378,017	41.8%
MANO DE OBRA	US\$	195,897	175,575	187,017	191,126	\$ 749,614	7.2%
MATERIALES	US\$	75,176	38,320	31,994	46,648	\$ 192,138	1.8%
TERCEROS	US\$	1,051,053	870,603	760,102	754,507	\$ 3,436,265	32.8%
<b>MTTO. MINA</b>	<b>US\$</b>	249,096	154,928	192,856	171,772	\$ 768,652	7.3%
MANO DE OBRA	US\$	47,841	45,434	45,096	49,888	\$ 188,259	1.8%
MATERIALES	US\$	85,898	48,699	82,146	62,441	\$ 279,184	2.7%
TERCEROS	US\$	115,357	60,795	65,614	59,443	\$ 301,210	2.9%
<b>CONCENTRADORA OPERACIÓN</b>	<b>US\$</b>	202,699	184,495	186,038	188,877	\$ 762,109	7.3%
MANO DE OBRA	US\$	66,422	64,633	65,502	71,642	\$ 268,200	2.6%
MATERIALES	US\$	130,161	116,583	111,344	112,556	\$ 470,643	4.5%
TERCEROS	US\$	6,116	3,279	9,191	4,680	\$ 23,267	0.2%
<b>MTTO. PLANTA</b>	<b>US\$</b>	114,018	90,871	118,942	142,486	\$ 466,318	4.5%
MANO DE OBRA	US\$	50,168	40,012	29,847	40,540	\$ 160,568	1.5%
MATERIALES	US\$	45,607	36,317	50,994	86,095	\$ 219,013	2.1%
TERCEROS	US\$	18,243	14,542	38,101	15,851	\$ 86,736	0.8%
<b>ENERGIA</b>	<b>US\$</b>	111,744	149,841	159,851	152,874	\$ 574,310	5.5%
<b>SUP. DE MANTENIMIENTO</b>	<b>US\$</b>	10,565	10,208	14,335	13,000	\$ 48,108	0.5%
<b>ADMINISTRATIVO MINA</b>	<b>US\$</b>	300,480	315,119	285,314	295,165	\$ 1,196,079	11.4%
MANO DE OBRA	US\$	159,081	145,755	143,082	150,413	\$ 598,331	5.7%
MATERIALES	US\$	3,906	5,543	10,161	16,873	\$ 36,482	0.3%
TERCEROS	US\$	137,494	163,822	132,071	127,879	\$ 561,265	5.4%
<b>DESARROLLOS</b>	<b>US\$</b>	344,902	309,857	311,536	390,392	\$ 1,356,687	13.0%
MANO DE OBRA	US\$	9,208	9,128	8,623	9,405	\$ 36,363	0.3%
MATERIALES	US\$	2,227	5,070	3,684	6,207	\$ 17,189	0.2%
TERCEROS	US\$	333,468	295,658	299,229	374,780	\$ 1,303,135	12.4%
<b>SEGUROS</b>	<b>US\$</b>	107,017	103,307	103,898	104,605	\$ 418,826	4.0%
<b>COSTO UNITARIO TON TRATADAS</b>	<b>US\$/T</b>	<b>25.90</b>	<b>27.33</b>	<b>22.32</b>	<b>23.16</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>24.57</b>
<b>COSTO UNITARIO CONCENTRADO</b>	<b>US\$/T</b>	<b>266.41</b>	<b>286.3</b>	<b>249.2</b>	<b>266.8</b>		

**Cuadro N° 6.3.4-3**  
**Costo de Producción de Enero a Abril del 2009**

<b>EVOLUCIÓN DEL CASH COST 2009 EN UNITARIO US\$/T</b>						
<b>TONELAJE TRATADO</b>		111,870	92,900	110,316	111,084	426,170
<b>CONCENTRADO PRODUCIDO</b>		10,876	8,870	9,881	9,646	39,273
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>		ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	<b>PROMEDIO</b>
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>US\$</b>	<b>25.90</b>	<b>27.33</b>	<b>22.32</b>	<b>23.16</b>	<b>24.57</b>
<b>GEOLOGIA</b>	<b>US\$</b>	0.75	0.84	0.49	0.64	\$ 0.67
MANO DE OBRA	US\$	0.45	0.40	0.36	0.37	\$ 0.39
MATERIALES	US\$	0.01	0.01	0.00	0.01	\$ 0.01
TERCEROS	US\$	0.29	0.44	0.13	0.25	\$ 0.27
<b>PLANEAMIENTO</b>	<b>US\$</b>	0.46	0.63	0.51	0.46	\$ 0.51
MANO DE OBRA	US\$	0.43	0.59	0.48	0.42	\$ 0.48
MATERIALES	US\$	0.01	0.01	0.01	0.01	\$ 0.01
TERCEROS	US\$	0.02	0.03	0.02	0.03	\$ 0.02
<b>MINA OPERACION</b>	<b>US\$</b>	11.82	11.67	8.88	8.93	\$ 10.27
MANO DE OBRA	US\$	1.75	1.89	1.70	1.72	\$ 1.76
MATERIALES	US\$	0.67	0.41	0.29	0.42	\$ 0.45
TERCEROS	US\$	9.40	9.37	6.89	6.79	\$ 8.06
<b>MTTO. MINA</b>	<b>US\$</b>	2.23	1.67	1.75	1.55	\$ 1.80
MANO DE OBRA	US\$	0.43	0.49	0.41	0.45	\$ 0.44
MATERIALES	US\$	0.77	0.52	0.74	0.56	\$ 0.66
TERCEROS	US\$	1.03	0.65	0.59	0.54	\$ 0.71
<b>CONCENTRADORA OPERACIÓN</b>	<b>US\$</b>	1.81	1.99	1.69	1.70	\$ 1.79
MANO DE OBRA	US\$	0.59	0.70	0.59	0.64	\$ 0.63
MATERIALES	US\$	1.16	1.25	1.01	1.01	\$ 1.10
TERCEROS	US\$	0.05	0.04	0.08	0.04	\$ 0.05
<b>MTTO. PLANTA</b>	<b>US\$</b>	1.02	0.98	1.08	1.28	\$ 1.09
MANO DE OBRA	US\$	0.45	0.43	0.27	0.36	\$ 0.38
MATERIALES	US\$	0.41	0.39	0.46	0.78	\$ 0.51
TERCEROS	US\$	0.16	0.16	0.35	0.14	\$ 0.20
<b>ENERGIA</b>	<b>US\$</b>	1.00	1.61	1.45	1.38	\$ 1.35
<b>SUP. DE MANTENIMIENTO</b>	<b>US\$</b>	0.09	0.11	0.13	0.12	\$ 0.11
<b>ADMINISTRATIVO MINA</b>	<b>US\$</b>	2.69	3.39	2.59	2.66	\$ 2.81
MANO DE OBRA	US\$	1.42	1.57	1.30	1.35	\$ 1.40
MATERIALES	US\$	0.03	0.06	0.09	0.15	\$ 0.09
TERCEROS	US\$	1.23	1.76	1.20	1.15	\$ 1.32
<b>DESARROLLOS</b>	<b>US\$</b>	3.08	3.34	2.82	3.51	\$ 3.18
MANO DE OBRA	US\$	0.08	0.10	0.08	0.08	\$ 0.09
MATERIALES	US\$	0.02	0.05	0.03	0.06	\$ 0.04
TERCEROS	US\$	2.98	3.18	2.71	3.37	\$ 3.06
<b>SEGUROS</b>	<b>US\$</b>	0.96	1.11	0.94	0.94	\$ 0.98

Cuadro N° 6.3.4-4

SEGÚN SU CENTRO DE COSTO			COSTO PROMEDIO ENE-ABR 2005
<b>91</b>	<b>Costo de Geología, Planeamiento y Mina</b>		<b>16.35</b>
<b>910</b>	<b>Geología</b>		<b>\$/t 0.67</b>
910101		Superintendencia de Geología	\$/t 0.10
910102		Geología Mina	\$/t 0.37
910103		Perforación de delimitación	\$/t 0.20
<b>911</b>	<b>Planeamiento</b>		<b>\$/t 0.51</b>
911101		Superintendencia de Planeamiento	\$/t 0.17
911102		Topografía	\$/t 0.19
911103		Geomecánica	\$/t 0.11
952102		Costos y Presupuestos	\$/t 0.04
<b>912</b>	<b>Mina</b>		
<b>9121</b>	<b>Administración Mina</b>		<b>\$/t 0.98</b>
912101		Superintendencia de Mina	\$/t 0.20
912102		Operaciones Mina	\$/t 0.36
912103		Servicios Mina	\$/t 0.42
<b>9122</b>	<b>Rotura en Explotación</b>		<b>\$/t 5.05</b>
912201		Rotura	\$/t 4.30
912202		Subniveles	\$/t 0.70
912203		Chimeneas	\$/t 0.05
<b>9123</b>	<b>Acarreo</b>		<b>\$/t 0.60</b>
912301		Scoops Eléctricos	\$/t 0.09
912302		Scoops Diesel	\$/t 0.51
<b>9124</b>	<b>Sostenimiento</b>		<b>\$/t 1.00</b>
912401		Enmaderado	\$/t 0.00
912402		Empernado y Arcos	\$/t 0.97
912403		Cemento proyectado	\$/t 0.02
<b>9125</b>	<b>Relleno</b>		<b>\$/t 0.46</b>
912501		Bomba 1	\$/t 0.09
912502		Bomba 2 Y 3	\$/t 0.07
912503		Otras Bombas y Tanques	\$/t 0.02
912504		Relleno y Preparación	\$/t 0.28
<b>9126</b>	<b>Transporte</b>		<b>\$/t 2.29</b>
912601		Niveles Principales	\$/t 0.54
912602		Niveles Intermedios	\$/t 0.00
912603		Volquetes	\$/t 0.61
		Dumpers	\$/t 0.62
912604		Pique 447	\$/t 0.25
912605		Locomotoras	\$/t 0.09
912606		Carros Mineros	\$/t 0.07
912607		Tolvas Principales y Ore Pass	\$/t 0.12
<b>9127</b>	<b>Servicios Auxiliares</b>		<b>\$/t 1.60</b>
912701		Pique 533	\$/t 0.18
912702		Bombeo Mina	\$/t 0.39
912703		Ventilación	\$/t 0.51
912704		Mantenimiento de Labores Subterráneas	\$/t 0.10
912705		Red de Agua	\$/t 0.04
912706		Red de Aire	\$/t 0.00
912707		Aire Comprimido	\$/t 0.06
912708		Casa de Lámparas	\$/t 0.02
912709		Vehículos de Servicios	\$/t 0.08
912710		Bodegas, Comedores	\$/t 0.02
912711		Talleres Mina	\$/t 0.00
912712		Líneas y Accesorios Eléctricos	\$/t 0.19
912713		Comunicaciones	\$/t 0.00
912714		Medio Ambiente - Mina	\$/t 0.00
<b>9128</b>	<b>Avances</b>		<b>\$/t 3.18</b>
912801		Superintendencia de Desarrollos	\$/t 0.13
912802		Desarrollos	\$/t 0.56
912901		Preparación	\$/t 2.50

Cuadro N° 6.3.4-5

SEGÚN SU CENTRO DE COSTO			COSTO PROMEDIO ENE-ABR 2009
<b>92</b>	<b>Costo de Concentradora</b>		<b>\$/t 2.88</b>
<b>9221</b>	<b>Superintendencia de Concentradora</b>		<b>\$/t 0.32</b>
922101	Superintendencia de Concentradora		0.32
<b>9222</b>	<b>Trituración</b>		<b>\$/t 0.48</b>
922201	Trituración		0.48
<b>9222</b>	<b>Molienda</b>		<b>\$/t 0.72</b>
922202	Molienda		0.72
<b>9223</b>	<b>Flotación</b>		<b>\$/t 0.85</b>
922301	Flotación Plomo		0.32
922302	Flotación Zinc		0.46
922303	Flotación Cobre		0.07
<b>9224</b>	<b>Espesamiento y filtrado</b>		<b>\$/t 0.10</b>
922401	Espesamiento y Filtrado Plomo		0.05
922402	Espesamiento y Filtrado Zinc		0.04
922403	Espesamiento y Filtrado Cobre		0.01
<b>9222</b>	<b>Despacho de concentrados</b>		<b>\$/t 0.08</b>
922205	Despacho de Concentrados		0.08
<b>9222</b>	<b>Disposicion de relaves</b>		<b>\$/t 0.32</b>
922203	Disposicion de relaves		0.32
	<b>Servicios Planta</b>		<b>\$/t 0.02</b>
922204	Laboratorio Metalúrgico		0.02
922501	Servicio de Inclinados		0.00
922502	Talleres Planta		0.00
922503	Medio Ambiente - Planta		0.00
922504	Mtto. Espesador de Relaves		0.00

Cuadro N° 6.3.4-6

SEGÚN SU CENTRO DE COSTO			COSTO PROMEDIO ENE-ABR 2009
<b>930000</b>	<b>Costo de Mantenimiento</b>		<b>\$/t 0.11</b>
<b>9301</b>	<b>Superintendencia de Energia y Mantenimiento</b>		<b>\$/t 0.11</b>
930101	Superintendencia de Energía y Mantenimiento		0.11

Cuadro N° 6.3.4-7

SEGÚN SU CENTRO DE COSTO			COSTO PROMEDIO ENE-ABR 2009	
<b>93</b>	<b><u>Costo de Energía</u></b>		<b>\$/t</b>	<b>1.35</b>
<b>9312</b>	<b>Operación Hidroeléctrica Chaprín</b>		<b>\$/t</b>	<b>0.09</b>
931201	Tomás, Canales, Desarenadores y Tuberías		\$/t	0.01
931202	Turbinas, Generadores, Tableros y Subestaciones		\$/t	0.08
<b>9313</b>	<b>Líneas de Transmisión Chaprín</b>		<b>\$/t</b>	<b>0.01</b>
931301	Líneas de Transmisión Hidro Chaprín		\$/t	0.01
<b>9322</b>	<b>Operación Hidroeléctrica Marcopampa</b>		<b>\$/t</b>	<b>0.07</b>
932201	Tomás, Canales, Desarenadores y Tuberías		\$/t	0.03
932202	Turbinas, Generadores, Tableros y Subestación		\$/t	0.05
<b>935</b>	<b>Energía Eléctrica Comprada</b>		<b>\$/t</b>	<b>0.06</b>
935101	Compra de Energía		\$/t	0.01
935201	Líneas de Transmisión Energía Comprada		\$/t	0.06
<b>939</b>	<b>Gastos Comunes Centrales Hidroeléctricas</b>		<b>\$/t</b>	<b>0.01</b>
939101	Jefatura de Hidroeléctricas		\$/t	0.00
939201	Subestación Chicrín		\$/t	0.00
939202	Subestación Atacocha		\$/t	0.00
939301	Líneas de Transmisión Comunes Centrales			
	<b>Energía</b>		<b>\$/t</b>	<b>1.11</b>
	Mina		\$/t	0.42
	Planta		\$/t	0.65
	Administración		\$/t	0.04

Cuadro N° 6.3.4-8

SEGÚN SU CENTRO DE COSTO			COSTO PROMEDIO ENE-ABR 2009
<b>95</b>	<b>Costo Administrativo Mina</b>		<b>2.81</b>
<b>9511</b>	<b>Gerencia de Operaciones</b>		<b>0.18</b>
951101	Gerencia de Operaciones		0.18
<b>9522</b>	<b>Responsabilidad Social</b>		<b>0.08</b>
952201	Administración - Responsabilidad Social		0.06
952202	Comunidades		0.02
<b>9531</b>	<b>Desarrollo y Proyectos</b>		<b>0.09</b>
953101	Administración - Desarrollo y Proyectos		0.09
953102	Carreteras y vías de acceso		0.00
<b>9541</b>	<b>Superintendencia de Seguridad</b>		<b>0.28</b>
954101	Seguridad		0.28
<b>9542</b>	<b>Medio Ambiente</b>		<b>0.26</b>
954201	Administración y Control Medio Ambiente		0.26
<b>9551</b>	<b>Administración y Recursos Humanos</b>		<b>1.29</b>
955101	Administración		0.26
955102	Recursos Humanos		0.43
955103	Protección Interna		0.19
955104	Hotel, Casa de Empleados Atacocha		0.01
955105	Hotel, Casa de Empleados Chicrin		0.00
955106	Casa de Empleados Chaprin		0.01
955107	Trabajo Social		0.04
955108	Campamento de Chicrin		0.22
955109	Campamento de Chaprin		0.00
955110	Escuela de Chicrin		0.00
955111	Sindicatos		0.07
955112	Salud Ocupacional		0.04
955113	Campamento Malauchaca		0.01
<b>9552</b>	<b>Contabilidad</b>		<b>0.05</b>
955201	Contabilidad y Caja		0.05
<b>9553</b>	<b>Legal Mina</b>		<b>0.04</b>
955301	Legal Mina		0.04
<b>9561</b>	<b>TI</b>		<b>0.27</b>
956101	Tecnología de la Información		0.27
<b>9571</b>	<b>Logística Mina</b>		<b>0.27</b>
957101	Administración - Logística Mina		0.05
957102	Recepción y Despacho		0.22
	<b>Derechos de Vigencia</b>		<b>0.10</b>
	<b>Seguros</b>		<b>0.98</b>
	<b>TOTAL</b>		<b>24.57</b>

No se puede hallar el cut off de acuerdo al método de explotación debido a que sólo existe un método corte y relleno ascendente, pero dependiendo de algunas características y del volumen de mineral que se extrae en cuatro zonas diferentes variarían los costos. Ver cuadro N° 6.3.4-9 y figura N° 6.3.4-1

Cuadro N° 6.3.4-9

	<b>Zona Atacocha</b> Dominio1 Dominio2 Nv < 3600	<b>Zona Santa Barbara</b> Dominio4 Nv < 3600	<b>Zona San Gerardo</b> Dominio3 >Nv. 3600 < Nv 4000	<b>Zona Alta 4154</b> Dominio3 Dominio4 Encumena de Nv 4000
<b>CARACTERISTICAS</b>	<i>Uso de volquetes y Pique 447 Mtto. devías</i>	<i>Uso de volquetes Mtto. devías</i>	<i>Uso de echaderos Menor Volquete más Dumper</i>	<i>Uso de echaderos Menor transporte</i>
1 Transporte con Volquetes	Mayores Distancias (3)	Mayores Distancias (2)	No uso	Menores Distancias (1)
2 Transporte con Dumpers	Empleo Normal (2)	Mayor uso (3)	Mayor uso (3)	No uso
3 Sostenimiento	Más Sostenimiento (2)	Más Sostenimiento (2)	Menor Sostenimiento (1)	Menor Sostenimiento (1)
4 Pique 447	Usa pique (desde Nv 3300)	Sin pique, pura rampa	Sin pique, echaderos	Sin pique, echaderos
5 Pique 553	Solo en Atacocha	Mayor distancia al pique	No usa	No usa
6 Bombeo Mina (bombas, agua)	Más Bombeo (2)	Más Bombeo (2)	Menos Bombeo (1)	Menos Bombeo (1)
7 Mantenimiento de Vías	Mantenimiento de Rampa	Mantenimiento de Rampa	Menor Mtto.	Menor Mtto.
8 Necesidad de Preparación	Más Preparación (2)	Menor Preparación (1)	Menor Preparación (2)	Más Preparación (2)
9 Consumo de Energía	Mayor Energía (3)	Mayor Energía (2)	Menor Energía (1)	Menor Energía (1)
10 Necesidad de Ventilación	Mayor Ventilación (2)	Mayor Ventilación (2)	Menor Ventilación (1)	Menor Ventilación (1)

Los principales costos que varían son:

Cuadro N° 6.3.4-10

		COSTO PROMEDIO		Atacocha	Santa Barbara	San Gerardo	Zona Alta 4154
		ENE-ABR 2009		Zona < 3600	Zona < 3600	3600 < Zona < 4000	4000 < Zona
912301	Scoops Eléctricos	\$/t	0.09	-	0.35	-	-
912302	Scoops Diesel	\$/t	0.51	0.62	0.62	0.21	0.21
912402	Empernado y Arcos	\$/t	0.97	1.17	1.17	0.39	0.39
912603	Volquetes	\$/t	0.61	0.61	0.79	-	0.55
	Dumpers	\$/t	0.62	0.50	1.24	1.24	-
912604	Pique 447	\$/t	0.25	0.49	-	-	-
912701	Pique 533	\$/t	0.18	0.33	0.07	-	-
912702	Bombeo Mina	\$/t	0.39	0.54	0.47	0.00	0.00
912703	Ventilación	\$/t	0.51	0.61	0.57	0.20	0.26
912901	Preparación	\$/t	2.50	2.75	1.80	2.50	2.75
	Energía Mina	\$/t	0.42	0.59	0.32	0.08	0.21

Manteniendo el resto de costos constantes, los costos según las zonas Atacocha, Santa Bárbara, San Gerardo y Zona Alta serían:

	COSTO PROMEDIO ENE-ABR 2009	Atacocha	Santa Barbara	San Gerardo	Zona Alta 4154
		Zona < 3600	Zona < 3600	3600 < Zona < 4000	4000 < Zona
<b>COSTO \$/T</b>	<b>24.57</b>	<b>25.73</b>	<b>24.91</b>	<b>22.14</b>	<b>21.88</b>

La figura N° 6.3.4-1 muestra la separación de las zonas con los cuatro dominios estructurales.

Color magenta : Dominio uno

Color verde : Dominio dos

Color amarillo : Dominio tres

Color azul : Dominio cuatro

**ZONA ALTA**

Costo: \$ 21.88

4000 Z

**ZONA SAN GERARDO**

Costo: \$ 22.14

3500 Z

**ZONA ATACOCHA**

Costo: \$ 25.73

3000 Z

**ZONA SANTA BÁRBARA**

Costo: \$ 24.91

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL
ASESOR 1:	GRIMALDO ZAPANA FRANCISCO
ASESOR 2:	CORMANYA MAURICIO JOSÉ
TEBIS:	DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009
<small>ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - MIPU S.A.A</small>	



PLANO N°	
FECHA:	JUL-2010
ESCALA:	SIN ESCALA

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b>	
<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
<b>DISTRIBUCIÓN DE LA MINA SEGÚN SUS COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	
FIGURA N° 6.3.4-1	REV.

## **6.4 ESTIMADOS DE CUT-OFF Y DEL VALOR DEL MINERAL PARA 2009**

A partir del concepto de ley de corte o Cut-Off, el costo de producción es igual a los ingresos que viene a ser la ley multiplicada por el precio neto y la recuperación; lo que se busca es la ley de cabeza mínima para que el ingreso por ventas producidas superen ligeramente al costo de producción.

En este caso, se busca el aporte total por tonelada de mineral de US\$/t 24.57 que sería igual al costo total de producción y calculamos mediante fórmulas deductivas en Excel la ley de cabeza de Cu, Pb y Zn.

### **6.4.1 Valores Brutos de Pago por Tonelada de Concentrado**

En los Cuadros N° 6.4.1-1, 6.4.1-2, 6.4.1-3 se detallan los cálculos de valorización de concentrados, de los 6 escenarios que se muestran analizaremos la primera columna que corresponde al promedio del año 2008.

Primeramente se obtienen los valores brutos y netos de pago por concentrado.

#### **Concentrado de Zn**

Su valor bruto es de US\$/tc 762.48 y se le resta el total de deducciones según contratos comerciales US\$/tc 291.62 siendo su valor neto en el concentrado de zinc US\$/tc 470.86. En este concentrado no se recupera la plata y el oro.

### Concentrado de Pb

Su valor bruto es de US\$/tc 954.74 a este valor se le suma el aporte del valor bruto de la plata US\$/tc 992.79 y el oro US\$/tc 130.42 y se le resta el total de deducciones US\$/tc 509.01 siendo un valor neto de US\$/tc 1568.93

### Concentrado de Cu

Su valor bruto es de US\$/tc 1200.06 a este valor se le suma el aporte del valor bruto de la plata US\$/tc 948.30 y el oro US\$/tc 702.80 y se le resta el total de deducciones US\$/tc 286.76 siendo un valor neto de US\$/tc 2564.39

<b>CUADRO N° 6.4.1-1</b>							
<b>Valorización de Concentrados de Zinc</b>							
<b>VALORES PAGABLES</b>							
<b>ZINC</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Precio de mercado	US\$/TM	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Deducción/Premio	US\$/TM						
Precio Milpo	US\$/TM	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
<b>Ley de concentrado de Zn</b>	%	56.1%	55.8%	55.5%	55.0%	55.0%	54.5%
Deducción 1 (contenido de Zn)		85%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%
Deducción 2 (contenido de Zn)	Minimo	8%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%
Ley Neta de Zn en concentrado (se aplica deducción 1)		47.7%	47.4%	47.2%	46.8%	46.8%	46.5%
<b>Pago por Zn</b>	US\$/TM	<b>762.48</b>	<b>758.88</b>	<b>754.80</b>	<b>748.00</b>	<b>748.00</b>	<b>744.00</b>
<b>PLATA</b>							
Precio de mercado	US\$/OZ	15	15	15	15	15	15
Deducción/Premio	US\$/OZ						
Precio Milpo	US\$/OZ	15	15	15	15	15	15
Ley de Ag en concentrado	OZ/TM						
Deducción 1 (contenido de Ag)	OZ/TM						
Ley Neta de Ag en concentrado	OZ/TM						
Pago por Ag							
Maquila	US\$/TM	266.00	266.00	266.00	266.00	266.00	266.00
Transporte interno	US\$/TM	20.65	20.65	20.65	20.65	20.65	20.65
<b>VALOR FOB CALLAO</b>	US\$/TM	<b>475.82</b>	<b>472.23</b>	<b>468.15</b>	<b>461.35</b>	<b>461.35</b>	<b>457.35</b>
Fletes y seguros	US\$/TM						
<b>VALOR CIF AMBERES</b>	US\$/TM	<b>475.82</b>	<b>472.23</b>	<b>468.15</b>	<b>461.35</b>	<b>461.35</b>	<b>457.35</b>
Regalias	US\$/TM	4.96	4.93	4.89	4.82	4.82	4.78
<b>VALOR DEL CONCENTRADO</b>	US\$/TM	<b>470.86</b>	<b>467.30</b>	<b>463.26</b>	<b>456.53</b>	<b>456.53</b>	<b>452.57</b>
<b>TOTAL DEDUCCIONES</b>		<b>291.62</b>					

<b>CUADRO N° 6.4.1-2</b>								
<b>Valorización de Concentrado de Plomo</b>								
<b>VALORES PAGABLES</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>PLOMO</b>								
Precio de Mercado	US\$/TM		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Deducción/premio por precio	US\$/TM							
Precio de Milpo	US\$/TM		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Ley de Pb en concentrado	%		67.00%	65.00%	64.00%	63.50%	63.00%	62.00%
Deducción 1 (contenido de Pb)	%		95%	95%	95%	95%	95%	95%
Deducción 2 (contenido de Pb)	%		-3%	-3%	-3%	-3%	-3%	-3%
Ley Neta de Pb en concentrado	%		63.65%	61.75%	60.80%	60.33%	59.85%	58.90%
<b>Pago por Pb</b>	<b>US\$/TM</b>		<b>954.74</b>	<b>926.25</b>	<b>912.00</b>	<b>904.88</b>	<b>897.75</b>	<b>883.50</b>
<b>PLATA</b>								
Precio de Mercado	US\$/oz		15	15	15	15	15	15
Deducción/premio por precio	US\$/oz		-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35
Precio de Milpo	US\$/oz		14.65	14.65	14.65	14.65	14.65	14.65
Ley de Ag en concentrado	oz/TM		73.1	70.0	68.0	65.0	63.0	61.0
Deducción 1 (contenido de Ag)	%		95%	95%	95%	95%	95%	95%
Deducción 2 (contenido de Ag)	oz/TM		-1.61	-1.61	-1.61	-1.61	-1.61	-1.61
Ley Neta de Ag en concentrado	oz/TM		69.4	66.5	64.6	61.8	59.9	58.0
Costo de refinación	US\$/oz		0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Gastos de refinación	US\$/TM		24.30	23.28	22.61	21.61	20.95	20.28
<b>Pago por Ag</b>	<b>US\$/TM</b>		<b>992.79</b>	<b>950.95</b>	<b>923.78</b>	<b>883.03</b>	<b>855.86</b>	<b>828.69</b>
<b>ORO</b>								
Precio de Mercado	US\$/oz		1000	1000	1000	1000	1000	1000
Deducción/premio por precio	US\$/oz		-6	-6	-6	-6	-6	-6
Precio de Milpo	US\$/oz		994	994	994	994	994	994
Ley de Au en concentrado	oz/TM		0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Deducción 1 (contenido de Au)	oz/TM		-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
Deducción 2 (contenido de Au)	%		95%	95%	95%	95%	95%	95%
Ley Neta de Au en concentrado	oz/TM		0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Costo de refinación	US\$/oz		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Gastos de refinación	US\$/TM		0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
<b>Pago por Au</b>	<b>US\$/TM</b>		<b>130.42</b>	<b>130.42</b>	<b>130.42</b>	<b>130.42</b>	<b>130.42</b>	<b>130.42</b>
Maquila			387.00	387.00	387.00	387.00	387.00	387.00
Penalidades			85.30	85.30	85.30	85.30	85.30	85.30
Flete interno			20.65	20.65	20.65	20.65	20.65	20.65
<b>VALOR FOB CALLAO</b>			<b>1,584.99</b>	<b>1,514.66</b>	<b>1,473.24</b>	<b>1,425.36</b>	<b>1,391.07</b>	<b>1,349.65</b>
Fletes y Seguros								
<b>VALOR CIF PTO VESME</b>			<b>1,584.99</b>	<b>1,514.66</b>	<b>1,473.24</b>	<b>1,425.36</b>	<b>1,391.07</b>	<b>1,349.65</b>
Regalías			16.06	15.35	14.94	14.46	14.12	13.70
<b>VALOR CONCENTRADO</b>			<b>1,568.93</b>	<b>1,499.31</b>	<b>1,458.30</b>	<b>1,410.90</b>	<b>1,376.95</b>	<b>1,335.95</b>
<b>TOTAL DEDUCCIONES</b>			<b>509.01</b>					

### CUADRO N° 6.4.1-3

#### Valorización de Concentrados de Cobre

VALORES PAGABLES		1	2	3	4	5	6
<b>COBRE</b>							
Precio de Mercado	US\$/TM	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Deducción/premio por precio	US\$/TM						
Precio de Milpo	US\$/TM	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Ley de Cu en concentrado	%	26.0%	25.0%	24.5%	24.0%	23.5%	23.5%
Deducción 1 (contenido de Cu)	%	97%	97%	97%	97%	97%	97%
Deducción 2 (contenido de Cu)	%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%
Ley Neta de Cu en concentrado	%	25.0%	24.0%	23.5%	23.0%	22.5%	22.5%
Costo refinación	Usc/lb	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45
Gastos refinación	US\$/TM	52.18	50.00	48.96	47.92	46.88	46.88
<b>Pago por Cu</b>	<b>US\$/TM</b>	<b>1,200.06</b>	<b>1,150.00</b>	<b>1,126.04</b>	<b>1,102.08</b>	<b>1,078.12</b>	<b>1,078.12</b>
<b>PLATA</b>							
Precio de Mercado	US\$/oz	15	15	15	15	15	15
Deducción/premio por precio	US\$/oz						
Precio de Milpo	US\$/oz	15	15	15	15	15	15
Ley de Ag en concentrado	oz/TM	68.3	51.0	50.0	47.0	47.0	45.0
Deducción 1 (contenido de Ag)	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Deducción 2 (contenido de Ag)	oz/TM	-1.61	-1.61	-1.61	-1.61	-1.61	-1.61
Ley Neta de Ag en concentrado	oz/TM	64.8	48.5	47.5	44.7	44.7	42.8
Costo refinación	Usc/oz	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
Gastos refinación	US\$/TM	24.32	18.17	17.81	16.74	16.74	16.03
<b>Pago por Ag</b>	<b>US\$/TM</b>	<b>948.30</b>	<b>708.58</b>	<b>694.69</b>	<b>653.01</b>	<b>653.01</b>	<b>625.22</b>
<b>ORO</b>							
Precio de Mercado	US\$/oz	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Deducción/premio por precio	US\$/oz						
Precio de Milpo	US\$/oz	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Ley de Au en concentrado	oz/TM	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Deducción 1 (contenido de Au)	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Deducción 2 (contenido de Au)	oz/TM	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
Ley Neta de Au en concentrado	oz/TM	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Costo refinación	Usc/oz	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Gastos refinación	US\$/TM	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<b>Pago por Au</b>	<b>US\$/TM</b>	<b>702.80</b>	<b>702.80</b>	<b>702.80</b>	<b>702.80</b>	<b>702.80</b>	<b>702.80</b>
Maquila	US\$/TM	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00
Penalidades	US\$/TM	141.00	141.00	141.00	141.00	141.00	141.00
Fletes y Seguros	US\$/TM	20.65	20.65	20.65	20.65	20.65	20.65
<b>VALOR FOB CALLAO</b>	<b>US\$/TM</b>	<b>2,590.51</b>	<b>2,300.73</b>	<b>2,262.88</b>	<b>2,197.24</b>	<b>2,173.28</b>	<b>2,145.49</b>
Regalías		26.11	23.21	22.84	22.18	21.94	21.66
<b>VALOR DEL CONCENTRADO</b>	<b>US\$/TM</b>	<b>2,564.39</b>	<b>2,277.51</b>	<b>2,240.04</b>	<b>2,175.06</b>	<b>2,151.34</b>	<b>2,123.83</b>
<b>TOTAL DEDUCCIONES</b>		<b>286.76</b>					

### 6.4.2 Producción de Concentrados y Balance Metalúrgico

Seguidamente se pasa a la producción de concentrados, teniendo en cuenta el mineral tratado en planta, leyes de cabeza y leyes de concentrado.

PRODUCTO	Cabeza	Conc Cu	Conc Pb	Conc Zn	Rel
<b>Tonelaje (t)</b>	1,260,388	TC <sub>cu</sub>	TC <sub>pb</sub>	TC <sub>zn</sub>	T <sub>re</sub>
<b>Ley Ag* (oz/t)</b>	1.60	68.25	73.08	1.66	0.26
<b>Ley Pb (%)</b>	0.98	8.13	67.00	0.32	0.07
<b>Ley Zn (%)</b>	5.14	5.21	3.96	56.06	0.27
<b>Ley Cu (%)</b>	0.27	26.04	1.12	1.16	0.05

TC <sub>cu</sub> = axTM <sub>ca</sub>	tonelaje de concentrado de cobre.
TC <sub>pb</sub> = bxTM <sub>ca</sub>	tonelaje de concentrado de plomo
TC <sub>zn</sub> = cxTM <sub>ca</sub>	tonelaje de concentrado de zn
T <sub>re</sub> = dxTM <sub>ca</sub>	tonelaje de relave
TM <sub>ca</sub> = 1'260,388 t	tonelaje de mineral en la cabeza

A partir de los datos se obtiene una ecuación para las masas y otra para las leyes. La plata no interviene debido a que es un sub producto de estos concentrados.

#### Ecuación de masas

$$TC_{cu} + TC_{pb} + TC_{zn} + T_{re} = TM_{ca}$$

$$a \times TM_{ca} + b \times TM_{ca} + c \times TM_{ca} + d \times TM_{ca} = TM_{ca}$$

Reemplazando:

$$a + b + c + d = 1 \dots\dots\dots (1)$$

#### Ecuación de leyes

$$TC_{cu} \times ley_{cu(cu)} + TC_{pb} \times ley_{cu(pb)} + TC_{zn} \times ley_{cu(zn)} + T_{re} \times ley_{cu(re)} = TM_{ca} \times ley_{cu(ca)}$$

$$TC_{cu} \times ley_{pb(cu)} + TC_{pb} \times ley_{pb(pb)} + TC_{zn} \times ley_{pb(zn)} + T_{re} \times ley_{pb(re)} = TM_{ca} \times ley_{pb(ca)}$$

$$TC_{cu} \times ley_{zn(cu)} + TC_{pb} \times ley_{zn(pb)} + TC_{zn} \times ley_{zn(zn)} + T_{re} \times ley_{zn(re)} = TM_{ca} \times ley_{zn(ca)}$$

Reemplazando:

$$a \times \text{leycu}_{(cu)} + b \times \text{leycu}_{(pb)} + c \times \text{leycu}_{(zn)} + d \times \text{leycu}_{(re)} = \text{leycu}_{(ca)} \dots\dots\dots (2)$$

$$a \times \text{leypb}_{(cu)} + b \times \text{leypb}_{(pb)} + c \times \text{leypb}_{(zn)} + d \times \text{leypb}_{(re)} = \text{leypb}_{(ca)} \dots\dots\dots (3)$$

$$a \times \text{leyzn}_{(cu)} + b \times \text{leyzn}_{(pb)} + c \times \text{leyzn}_{(zn)} + d \times \text{leyzn}_{(re)} = \text{leyzn}_{(ca)} \dots\dots\dots (4)$$

De las ecuaciones (1), (2), (3) y (4)

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \text{leycu}_{(cu)} & \text{leycu}_{(pb)} & \text{leycu}_{(zn)} & \text{leycu}_{(re)} \\ \text{leypb}_{(cu)} & \text{leypb}_{(pb)} & \text{leypb}_{(zn)} & \text{leypb}_{(re)} \\ \text{leyzn}_{(cu)} & \text{leyzn}_{(pb)} & \text{leyzn}_{(zn)} & \text{leyzn}_{(re)} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 \\ \text{leycu}_{(ca)} \\ \text{leypb}_{(ca)} \\ \text{leyzn}_{(ca)} \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \text{leycu}_{(cu)} & \text{leycu}_{(pb)} & \text{leycu}_{(zn)} & \text{leycu}_{(re)} \\ \text{leypb}_{(cu)} & \text{leypb}_{(pb)} & \text{leypb}_{(zn)} & \text{leypb}_{(re)} \\ \text{leyzn}_{(cu)} & \text{leyzn}_{(pb)} & \text{leyzn}_{(zn)} & \text{leyzn}_{(re)} \end{vmatrix}^{-1} \times \begin{vmatrix} 1 \\ \text{leycu}_{(ca)} \\ \text{leypb}_{(ca)} \\ \text{leyzn}_{(ca)} \end{vmatrix}$$

Reemplazando las leyes en esta ecuación matricial se obtienen los factores a, b, c y d.

1	1	1	1	1
0.98	8.13	67.00	0.32	0.07
5.14	5.21	3.96	56.06	0.27
0.27	26.04	1.12	1.16	0.05
-0.001702	-0.000577	-0.000771	0.038795	<b>0.004247</b>
-0.000764	0.015013	0.000024	-0.004661	<b>0.012753</b>
-0.004631	-0.000943	0.017990	-0.003128	<b>0.086042</b>
1.007097	-0.013493	-0.017242	-0.031006	<b>0.896958</b>

Entonces las toneladas de concentrados serán:

$$\begin{aligned} \text{TCcu} &= a \times \text{TMca} = 0.004227 \times 1'260,388 = 5,353 \text{ t} \\ \text{TCpb} &= b \times \text{TMca} = 0.012753 \times 1'260,388 = 16,074 \text{ t} \\ \text{TCzn} &= c \times \text{TMca} = 0.086042 \times 1'260,388 = 108,447 \text{ t} \\ \text{Tre} &= d \times \text{TMca} = 0.896958 \times 1'260,388 = 1'130,515 \text{ t} \end{aligned}$$

Calculamos el contenido de finos

	<b>CONTENIDOS DE FINOS, TONELAJE X LEY</b>			
	<b>Ag*</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>
En la cabeza	2,015,841	12,302	64,765	3,404
En el concentrado de CU	365,371	435	279	1,394
En el concentrado de PB	1,174,673	10,769	637	180
En el concentrado de ZN	179,638	351	60,800	1,262
En los Relaves	296,160	746	3,048	568

### **Calculo de las recuperaciones metalúrgicas (RM):**

Se recupera el Cu que existe en el concentrado de Cu.

$$R.M \text{ Cu} = 1,394 / 3,404 = 0.4096 = 40.96\%$$

Se recupera el Pb que existe en el concentrado de Pb.

$$R.M \text{ Pb} = 10,769 / 12,302 = 0.8754 = 87.54\%$$

Se recupera el Zn que existe en el concentrado de Zn.

$$R.M \text{ Zn} = 60,800 / 64,765 = 0.9388 = 93.88\%$$

Este balance metalúrgico cumple con la siguiente fórmula

$TM_{ca} \times ley_{ca} \times RM = Ley \text{ de concentrado} \times \text{Tonelaje de Concentrado},$

El contenido de mineral que resulta de multiplicar la ley de cabeza de un elemento por el tonelaje tratado, y por la recuperación metalúrgica del mismo elemento es igual al tonelaje de concentrado de ese elemento por la ley de concentrado.

$$TM_{ca} \times ley_{zn} \times RM_{(zn)} = TC_{zn} \times Ley_{zn} \times RM_{(zn)}$$

$$TM_{ca} \times ley_{pb} \times RM_{(pb)} = TC_{pb} \times Ley_{pb} \times RM_{(pb)}$$

$$TM_{ca} \times ley_{cu} \times RM_{(cu)} = TC_{cu} \times Ley_{cu} \times RM_{(cu)}$$

En el cuadro N° 6.4.2-1, se observan los concentrados calculados para seis escenarios diferentes.

<b>CUADRO N° 6.4.2-1</b>							
<b>Escenarios de Producción de Concentrados</b>							
<b>ESCENARIOS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>MINERAL TRATADO</b>	<b>TM</b>	<b>1,260,388</b>	<b>1,260,388</b>	<b>1,260,388</b>	<b>1,260,388</b>	<b>1,260,388</b>	<b>1,260,388</b>
Ley de Zn	%	5.14	4.62	4.32	3.19	3.04	2.18
Ley de Pb	%	0.98	0.88	0.82	0.61	0.58	0.41
Ley de Cu	%	0.27	0.24	0.23	0.17	0.16	0.11
<b>Variación de leyes</b>			<b>0.90</b>	<b>0.84</b>	<b>0.62</b>	<b>0.59</b>	<b>0.43</b>
<b>Mineral contenido</b>							
Zn	TM	64,765	58,288	54,473	40,158	38,371	27,525
Pb	TM	12,302	11,071	10,347	7,628	7,288	5,228
Cu	TM	3,404	3,063	2,863	2,110	2,017	1,447
<b>Recuperación</b>							
Zn	%	93.88	91.67	90.74	87.75	86.38	84.01
Pb	%	87.54	84.14	82.50	77.64	75.28	72.50
Cu	%	40.96	43.58	41.24	39.41	33.99	29.83
<b>Mineral recuperado</b>							
Zn	TM	60,800	53,433	49,428	35,239	33,144	23,125
Pb	TM	10,769	9,316	8,536	5,922	5,486	3,790
Cu	TM	1,394	1,335	1,181	832	685	432
<b>Ley de Concentrados</b>							
Zn	%	56.06	55.80	55.50	55.00	55.00	54.50
Pb	%	67.00	65.00	64.00	63.50	63.00	62.00
Cu	%	26.04	25.00	24.50	24.00	23.50	23.50
<b>Concentrados Producidos</b>							
Zn	TM	108,447	95,758	89,060	64,070	60,263	42,431
Pb	TM	16,074	14,332	13,337	9,326	8,709	6,114
Cu	TM	5,353	5,339	4,819	3,466	2,916	1,836

### 6.4.3 Valores Unitarios

Una vez terminado de elaborar el cuadro de producción de concentrados, se pasa a calcular el cuadro de valores unitarios para obtener el aporte de mineral de cada tonelada tratada. Cabe señalar que la Plata es un subproducto y su aporte se calcula a partir de sus concentrados que lo contienen.

Así se tiene, a partir del radio de concentración, que resulta de dividir el tonelaje tratado entre los concentrados producidos para cada uno de los tres metales producidos, el aporte de un determinado mineral se calcula multiplicando su valor bruto por el factor dividido entre el radio de concentración.

El valor bruto es el precio de mercado por tonelada menos las deducciones según contrato. El factor es el cociente del valor neto entre el valor bruto, siendo el valor neto igual al valor bruto menos las deducciones totales.

El concentrado de Zn no contiene subproductos, mientras que los concentrados de Cu y Pb contienen subproductos de Au y Ag.

Analizamos los aportes de cada elemento en estos tres concentrados producidos.

#### Concentrado de Zinc

Radio de Concentración (RCzn) =  $TMca / TCzn$

RCzn =  $1'260,388 TMca / 108,447 TCzn = 11.62 TMca / TCzn$

Valor bruto =  $762.48 \$/TCzn$

Total deducciones = 291.62 \$/TCzn  
 Valor neto = 470.86 \$/TCzn  
 Factor = 470.86 \$/TCzn / 762.48 \$/TCzn = 0.62  
 Aporte de Zn por tonelada de mineral en el Czn = (Valor bruto x factor) / RCzn  
 Aporte de zinc = 762.48 \$/TCzn x 0.62 / 11.62 TMca / TCzn = **40.51 \$/TMca**

### **Concentrado de Plomo**

Radio de Concentración (RCpb) = TMca / TCpb  
 RCpb = 1'260,388 TMca/ 16,074 TCpb = 78.41 TMca/TCpb  
 Valor bruto pb = 954.74 \$/TCpb  
 Valor bruto ag = 992.79 \$/TCpb  
 Valor bruto au = 130.42 \$/TCpb  
 Total deducciones = 509.01 \$/TCpb  
 Valor neto = 1,568.93 \$/TCpb  
 Factor = 1,568.93 \$/TCpb / 2,077.94 \$/TCpb = 0.76  
 Aporte de pb, ag, au por tonelada de mineral en el Cpb = (Valor bruto x factor) / RCpb  
 Aporte de plomo = 954.74 \$/TCpb x 0.76 / 78.41 TMca/TCpb = **9.19 \$/TMca**  
 Aporte de plata = 992.79 \$/TCpb x 0.76 / 78.41 TMca/TCpb = **9.56 \$/TMca**  
 Aporte de oro = 130.42 \$/TCpb x 0.76 / 78.41 TMca/TCpb = **1.26 \$/TMca**

### **Concentrado de Cobre**

Radio de Concentración (RCcu) = TMca / TCcu  
 RCcu = 1'260,388 TMca/ 5,353 TCcu = 235.45 TMca/TCcu  
 Valor bruto cu = 1,200.06 \$/TCcu  
 Valor bruto ag = 948.30 \$/TCcu  
 Valor bruto au = 702.80 \$/TCcu  
 Total deducciones = 286.76 \$/TCcu  
 Valor neto = 2,564.39 \$/TCcu  
 Factor = 2564.39 \$/TCcu / 2,851.16 \$/TCcu = 0.90

Aporte de cu, ag, au por tonelada de mineral en el Ccu = (Valor bruto x factor) / RCcu

Aporte de cobre =  $1,200.06 \text{ \$/TCcu} \times 0.90 / 235.45 \text{ TMca/TCcu} = \mathbf{4.58 \text{ \$/TMca}}$

Aporte de plata =  $948.30 \text{ \$/TCcu} \times 0.90 / 235.45 \text{ TMca/TCcu} = \mathbf{3.62 \text{ \$/TMca}}$

Aporte de oro =  $702.80 \text{ \$/TCcu} \times 0.90 / 235.45 \text{ TMca/TCcu} = \mathbf{2.68 \text{ \$/TMca}}$

### **Aporte total de cada elemento**

Aporte total de zinc por tonelada de mineral de cabeza = 40.51  $\text{\$/TMca}$

Aporte total de plomo por tonelada de mineral de cabeza = 9.19  $\text{\$/TMca}$

Aporte total de cobre por tonelada de mineral de cabeza = 4.58  $\text{\$/TMca}$

Aporte total de plata por tonelada de mineral de cabeza = 13.18  $\text{\$/TMca}$

Aporte total de oro por tonelada de mineral de cabeza = 3.94  $\text{\$/TMca}$

Entonces el aporte total de una tonelada de mineral de cabeza para este primer escenario es de 71.41 \$. En el cuadro N° 6.4.3-1 muestra los valores netos, aportes unitarios y aporte total para seis escenarios diferentes.

<b>CUADRO N° 6.4.3-1</b>							
<b>Valores Netos, Aportes Unitarios y Aporte Total de los Elementos en los Distintos Escenarios</b>							
<b>Escenarios</b> →		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Cálculo de valores unitarios (Concentrado de Zn)</b>							
Radio de concentración		11.62	13.16	14.15	19.67	20.91	29.70
Valor bruto del Zn	US\$/TM	762.48	758.88	754.80	748.00	748.00	744.00
Valor bruto de Ag	US\$/TM						
Total Valor Bruto	US\$/TM	762.48	758.88	754.80	748.00	748.00	744.00
Total deducciones	US\$/TM	291.62	291.62	291.62	291.62	291.62	291.62
<b>Valor Neto</b>	US\$/TM	470.86	467.26	463.18	456.38	456.38	452.38
Factor (Valor Neto/Valor Bruto)		0.62	0.62	0.61	0.61	0.61	0.61
Aporte de Zn por TM de mineral	US\$/TM	<b>40.51</b>	35.50	32.73	23.20	21.82	15.23
Aporte de Ag por TM de mineral	US\$/TM						
<b>Cálculo de valores unitarios (Concentrado de Pb)</b>							
Radio de concentración		78.41	87.94	94.50	135.15	144.73	206.16
Valor bruto del Pb	US\$/TM	954.74	926.25	912.00	904.88	897.75	883.50
Valor bruto de Ag	US\$/TM	992.79	950.95	923.78	883.03	855.86	828.69
Valor bruto de Au	US\$/TM	130.42	130.42	130.42	130.42	130.42	130.42
Total deducciones	US\$/TM	509.01	509.01	509.01	509.01	509.01	509.01
<b>Valor Neto</b>	US\$/TM	1,568.93	1,498.61	1,457.19	1,409.31	1,375.01	1,333.59
Factor (Valor Neto/Valor Bruto)		0.76	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72
Aporte de Pb por TM de mineral	US\$/TM	<b>9.19</b>	7.86	7.15	4.92	4.53	3.10
Aporte de Ag por TM de mineral	US\$/TM	<b>9.56</b>	8.07	7.24	4.80	4.32	2.91
Aporte de Au por TM de mineral	US\$/TM	<b>1.26</b>	1.11	1.02	0.71	0.66	0.46
<b>Cálculo de valores unitarios (Concentrado de Cu)</b>							
Radio de concentración		235.45	236	262	364	432	686
Valor bruto del Cu	US\$/TM	1200.06	1,150	1,126	1,102	1,078	1,078
Valor bruto de Ag	US\$/TM	948.30	709	695	653	653	625
Valor bruto de Au	US\$/TM	702.80	703	703	703	703	703
Total deducciones	US\$/TM	286.76	287	287	287	287	287
<b>Valor Neto</b>	US\$/TM	2564.39	2,275	2,237	2,171	2,147	2,119
Factor (Valor Neto/Valor Bruto)		0.90	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88
Aporte de Cu por TM de mineral	US\$/TM	<b>4.58</b>	4.33	3.82	2.68	2.20	1.38
Aporte de Ag por TM de mineral	US\$/TM	<b>3.62</b>	2.67	2.35	1.59	1.33	0.80
Aporte de Au por TM de mineral	US\$/TM	<b>2.68</b>	2.64	2.38	1.71	1.43	0.90
<b>Aporte Total de cada elemento</b>							
Aporte total de Zn por TM de mineral	US\$/TM	40.51	35.50	32.73	23.20	21.82	15.23
Aporte total de Pb por TM de mineral	US\$/TM	9.19	7.86	7.15	4.92	4.53	3.10
Aporte total de Cu por TM de mineral	US\$/TM	4.58	4.33	3.82	2.68	2.20	1.38
Aporte total de Ag por TM de mineral	US\$/TM	13.18	10.74	9.60	6.39	5.65	3.71
Aporte total de Au por TM de mineral	US\$/TM	3.94	3.75	3.40	2.42	2.09	1.36
<b>Aporte total TM de mineral</b>	<b>US\$/TM</b>	<b>71.41</b>	<b>62.18</b>	<b>56.70</b>	<b>39.60</b>	<b>36.29</b>	<b>24.79</b>

#### 6.4.4 Planteamiento de escenarios en Microsoft Excel de leyes de mineral tratado

Una vez terminado de calcular los aportes totales de Zn, Ag, Au, Pb y Cu por tms de mineral tratado, se elabora el cuadro resumen donde a partir de las leyes de cabeza promedio del mineral tratado en la planta de enero a Diciembre del 2008 se multiplica por un factor (“Variación de Leyes” que fluctúa entre 1.00 y 0.40), para disminuirlo proporcionalmente de tal modo que la suma de aportes obtenidos superen ligeramente al costo de producción, dando una utilidad de 1%. Ver Cuadro N° 6.4.4-1.

<b>CUADRO N° 6.4.4-1</b>							
<b>Determinación de Factores del Valor del Mineral con los Aportes Unitarios Por Elementos en los Diferentes Escenarios</b>							
<b>Escenarios</b> →		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Ley de Zn	%	5.14	4.62	4.32	3.19	3.04	2.18
Ley de Pb	%	0.98	0.88	0.82	0.61	0.58	0.41
Ley de Cu	%	0.27	0.24	0.23	0.17	0.16	0.11
Ley de Ag	Oz/tm	1.60	1.44	1.35	0.99	0.95	0.68
Ley de Au	Oz/tm	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Variaciones			0.90	0.84	0.62	0.59	0.43
<b>Valores unitarios</b>							
<b>Aporte total de cada elemento</b>							
Aporte total de Zn por TM de mineral	US\$/TM	40.51	35.50	32.73	23.20	21.82	15.23
Aporte total de Pb por TM de mineral	US\$/TM	9.19	7.86	7.15	4.92	4.53	3.10
Aporte total de Cu por TM de mineral	US\$/TM	4.58	4.33	3.82	2.68	2.20	1.38
Aporte total de Ag por TM de mineral	US\$/TM	13.18	10.74	9.60	6.39	5.65	3.71
Aporte total de Au por TM de mineral	US\$/TM	3.94	3.75	3.40	2.42	2.09	1.36
<b>Aporte total por TM de mineral</b>	<b>US\$/TM</b>	<b>71.41</b>	<b>62.18</b>	<b>56.70</b>	<b>39.60</b>	<b>36.29</b>	<b>24.79</b>
Costo total de operación	US\$/TM	24.57	24.57	24.57	24.57	24.57	24.57
<b>Utilidad</b>	<b>US\$/TM</b>	<b>46.84</b>	<b>37.61</b>	<b>32.131</b>	<b>15.028</b>	<b>11.72</b>	<b>0.22</b>
Utilidad	%	66%	60%	57%	38%	32%	1%
<b>Fórmula Variable para la determinación de factores para Cálculo de Valor de Mineral</b>							
Aporte total de Zn/Ley Zn	US\$	7.88	7.68	7.57	7.28	7.17	6.97
Aporte total de Pb/Ley Pb	US\$	9.42	8.95	8.71	8.13	7.83	7.48
Aporte total de Cu/Ley Cu	US\$	16.98	17.80	16.80	15.99	13.76	12.06
Aporte total de Ag/Ley Ag	US\$	8.24	7.46	7.14	6.44	5.96	5.46
Aporte total de Au/Ley Au	US\$	328.38	347.30	337.32	324.70	294.29	266.63

### 6.4.5 Determinación de los factores para el estimado de valor de mineral y fórmula variable

Los factores que se utilizarán para estimar el Valor de Mineral se obtienen de dividir el Aporte Total Unitario de cada elemento entre su respectiva ley de cabeza.

Analizamos el escenario 6 donde la utilidad es 1%.

$$2.18 \% \text{ de zinc} = 15.23 \text{ \$/t}$$

$$1 \% \text{ de zinc} = (15.23 \text{ \$/t}) / 2.18 = 6.97 \text{ \$/t}$$

$$0.41 \% \text{ de plomo} = 3.10 \text{ \$/t}$$

$$1 \% \text{ de plomo} = (3.10 \text{ \$/t}) / 0.41 = 7.48 \text{ \$/t}$$

$$0.11 \% \text{ de cobre} = 1.38 \text{ \$/t}$$

$$1 \% \text{ de cobre} = (1.38 \text{ \$/t}) / 0.11 = 12.06 \text{ \$/t}$$

$$0.68 \text{ Oz Ag/t} = 3.71 \text{ \$/t}$$

$$1 \text{ Oz Ag/t} = (3.71 \text{ \$/t}) / 0.68 = 5.46 \text{ \$/t}$$

$$0.0051 \text{ Oz Au/t} = 1.36 \text{ \$/t}$$

$$1 \text{ Oz Au/t} = (1.36 \text{ \$/t}) / 0.0051 = 266.63 \text{ \$/t}$$

La Fórmula Variable para determinar el Valor de Mineral (VM) para el 2009 es la siguiente:

---


$$VM \text{ (US\$/TMS)} = \%Zn \times 6.97 + \%Pb \times 7.48 + \%Cu \times 12.06 + \text{oz Ag/t} \times 5.46 + \text{oz Au /t} \times 266.63$$

Estos factores se detallan en el Cuadro N° 6.4.4-1

#### 6.4.6 Cálculo de la ley equivalente

1% de zinc	= 6.97 \$/t
1% de pb = 7.48 \$/t x (1% de zn / 6.97 \$/t)	= 1.07 % de zn
1% de cu = 12.06 \$/t x (1% de zn / 6.97 \$/t)	= 1.73 % de zn
1 oz Ag/t = 5.46 \$/t x (1% de zn / 6.97 \$/t)	= 0.78 % de zn
1 oz Au/t = 266.63 \$/t x (1% de zn / 6.97 \$/t)	= 38.23 % de zn

El cut off o ley de corte es 24.79 \$/t que corresponden a las siguientes leyes de cabeza.

2.18 % de zn + 0.41 % de pb + 0.11 % de cu + 0.68 oz ag/t + 0.0051 oz au/t

Reemplazando a un solo elemento (el zinc)

$$2.18 \%zn + 0.41 \times 1.07 \%zn + 0.11 \times 1.73 \%zn + 0.68 \times 0.78 \%zn + 0.0051 \times 38.23 \%zn$$

$$= 3.55 \% zn$$

**La ley equivalente en zinc es de 3.55 %**

Los calculos para los seis escenarios se pueden observar en el cuadro 6.4.5-1

<b>CUADRO N° 6.4.5-1</b>							
<b>Calculo de Ley Equivalente</b>							
<b>Escenarios</b> →		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Ley de Zn	%	5.14	4.62	4.32	3.19	3.04	2.18
Ley de Pb	%	0.98	0.88	0.82	0.61	0.58	0.41
Ley de Cu	%	0.27	0.24	0.23	0.17	0.16	0.11
Ley de Ag	Oz/tm	1.60	1.44	1.35	0.99	0.95	0.68
Ley de Au	Oz/tm	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Variaciones			<b>0.90</b>	<b>0.84</b>	<b>0.620</b>	<b>0.59</b>	<b>0.43</b>
<b>Aportes</b>							
Valor de 1% de Ley de Zn en la Cabeza		7.88	7.68	7.57	7.28	7.17	6.97
Valor de 1% de Ley de Pb en la Cabeza		9.42	8.95	8.71	8.13	7.83	7.48
Valor de 1% de Ley de Cu en la Cabeza		16.98	17.80	16.80	15.99	13.76	12.06
Valor de 1onz de Ley de Ag en la Cabeza		8.24	7.46	7.14	6.44	5.96	5.46
Valor de 1onz de Ley de AU en la Cabeza		328.38	347.30	337.32	324.70	294.29	266.63
<b>EQUIVALENCIAS</b>							
1% de Pb	equivale a	1.07	%	de Zn			
1% de Cu	equivale a	1.73	%	de Zn			
1 onz Ag	equivale a	0.78	%	de Zn			
1 onz Au	equivale a	38.23	%	de Zn			
<b>Elementos</b>		<b>CUT OFF</b>			<b>ZN EQUIVALENTE</b>		
Ley de Zn		2.18	%		2.18 %		
Ley de Pb		0.41	%		0.44 %		
Ley de Cu		0.11	%		0.20 %		
Ley de Ag		0.68	Oz/tm		0.53 %		
Ley de Au		0.0051	Oz/tm		0.19 %		
<b>LEY DE ZINC EQUIVALENTE</b>					<b>3.55 %</b>		

## **ESTIMACIÓN DE RESERVAS**

### **6.5 RESUMEN**

La Estimación de Recursos y Reservas de Mineral tiene por finalidad, conocer la cantidad y calidad de los Recursos y Reservas de una mina o depósito mineral. Simultáneamente permite definir su distribución, geometría y su valor económico, para planificar el tipo y nivel de producción así como estimar el tiempo útil de la operación minera.

Se ha estimado al 31 de marzo del 2009 para Compañía Minera Atacocha la cantidad de 2, 761,559 TM de reservas con 5.11 %Zn, 0.50%Pb, 0.29%Cu y 0.97 Oz Ag/TM. Las reservas probadas representan el 52 % y las probables el 48% del total.

El análisis de los recursos y reservas fue establecido de acuerdo a los cuatro Dominios estructurales del yacimiento. La distribución de las reservas está por Dominios, estructuras, niveles, zona; este último indica que el 87% de las reservas está en la zona baja (debajo del nivel 3600 – nivel de extracción)

En el Dominio dos (Atacocha) se encuentra el mayor volumen de las reservas (37% del total) y las mejores leyes de cabeza en Zn (6.40%) y Cu (0.41%). Mientras que en el Dominio tres (San Gerardo) encontramos el menor volumen de

reservas (10% del total) y las mejores leyes de cabeza de Ag (1.81 Oz/TM) y Pb (1.51%)

Las reservas que tienen mayor valor de mineral están concentradas en el Dominio dos (65.22 US\$/TM) y el de menor valor en el Dominio cuatro (34.16 US\$/TM)

## **6.6 FACTORES CONSIDERADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE RESERVAS**

### **6.6.1 Cut off y valor de mineral**

La Ley Mínima explotable fue establecida en 3.55%Zn-Eq o 24.57 \$/TMS.

Para el cálculo del valor de mineral la fórmula que se obtuvo fue:

$$|VM(US\$/TMS) = \% Zn \times 6.97 + \% Pb \times 7.48 + \% Cu \times 12.06 + optAg \times 5.46 + optAu \times 266.63$$

### **6.6.2 Recuperación de Mineral**

Es aquel porcentaje de mineral que se recupera en el tajeo, de acuerdo al método de minado empleado y fue calculado para cada dominio estructural.

Dominio uno en 89.8 %, Dominio dos en 96.8 %, Dominio tres en 86.1 %,

Dominio cuatro en 88.5 %

$$\%Recuperación = \text{Área de mineral extraído} / \text{Área mineralizada total}$$

En el cuadro 6.6.2-1 se observa el porcentaje de recuperación para un tajo o

stope representativo y de acuerdo al piso en que se encuentra.

**Cuadro 6.6.2-1**  
**% de Recuperación en los cuatros dominios**

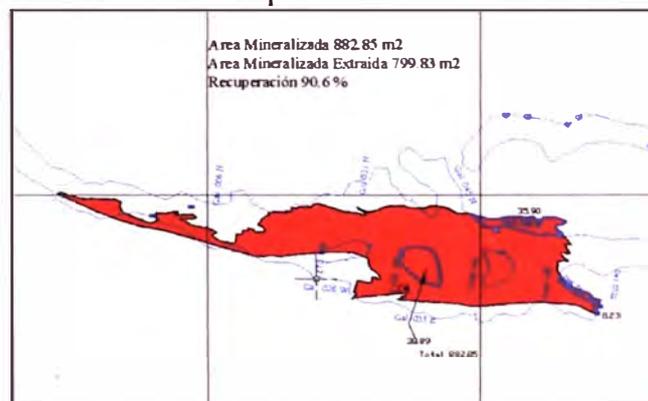
<b>% Recuperación</b>					
Dominio	Stp.	Area Mineralizada	Area Min. Extraida	Area Min. No Extraida	% Recuperacion
DOM_1	327 p1	882.85	799.83	83.02	90.6%
DOM_1	327 p2	412.96	363.27	49.69	88.0%
DOM_2	437 p2	371.2	355.65	15.55	95.8%
DOM_2	490 P15	420.69	408.8	11.89	97.2%
DOM_2	490 P17	170.91	167.28	3.63	97.9%
DOM_3	941 P 11	172.18	148.25	23.93	86.1%
DOM_4	097 N	354	333	21	94.1%
DOM_4	097 S 19	1202.14	1023.37	178.77	85.1%
DOM_4	097 S 20	537.29	492.04	45.25	91.6%

La Recuperación fue determinada por dominios de acuerdo a los tajeos principales.

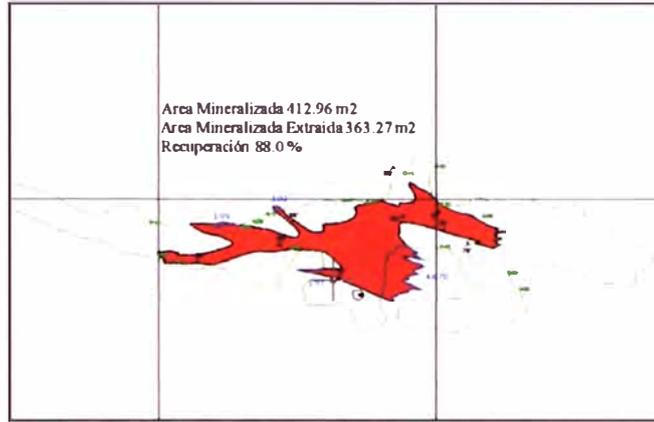
A continuación se muestran algunas imágenes.

### **Dominio 1**

**Stope 327 Piso 1**

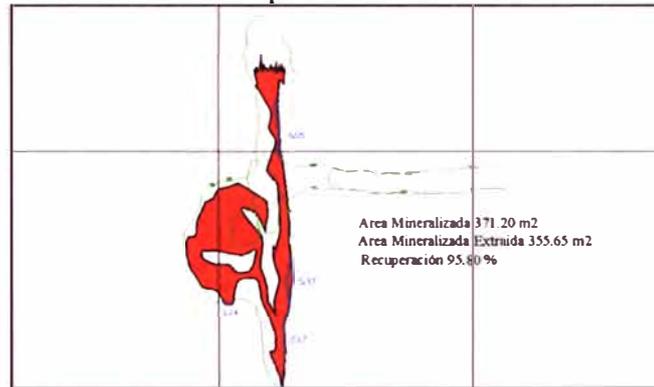


Stope 327 Piso 2

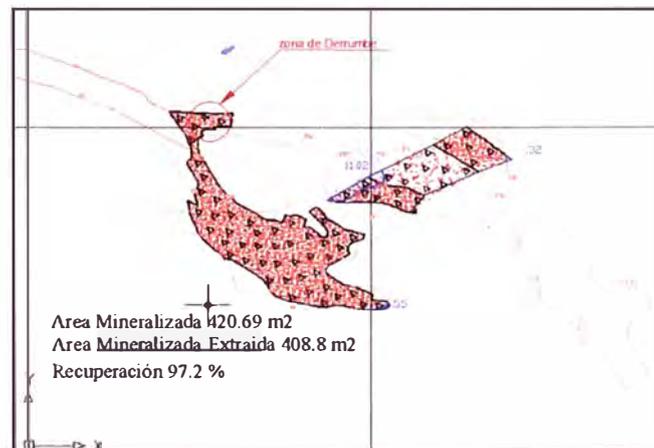


**Dominio 2**

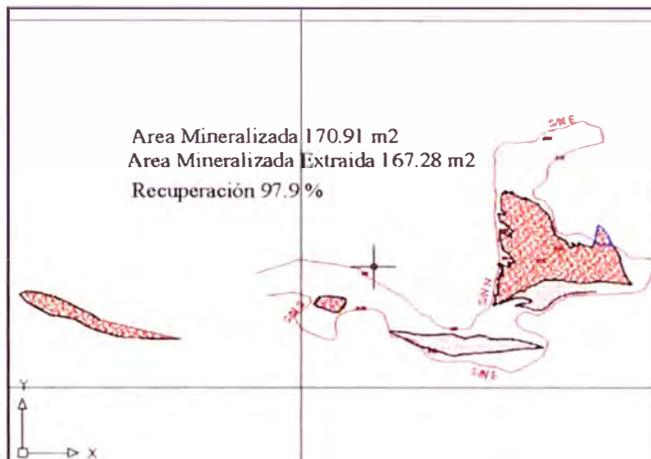
Stope 437 Piso 2



Stope 490 Piso 15

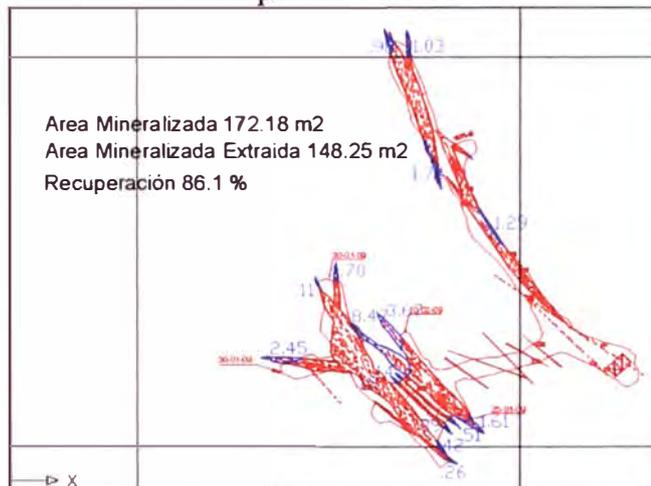


### Stope 490 Piso 17



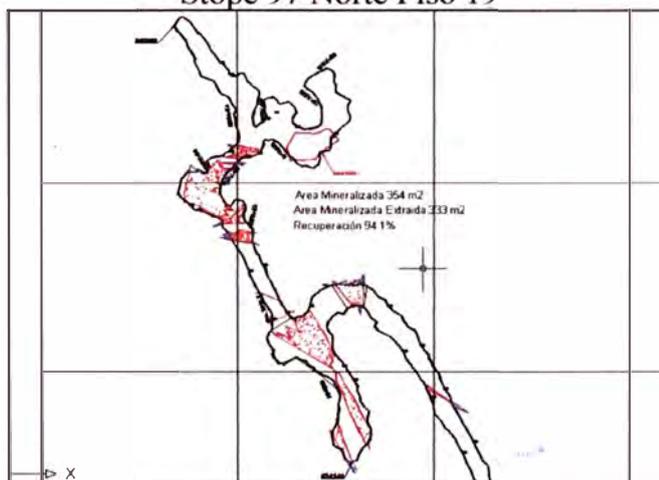
### Dominio 3

### Stope 941 Piso 11

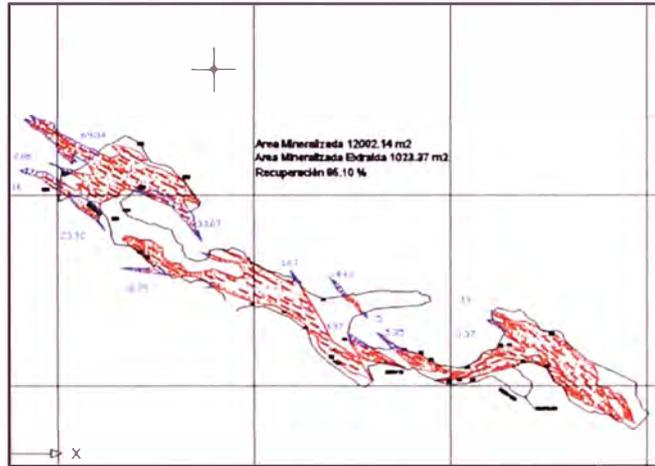


### Dominio 4

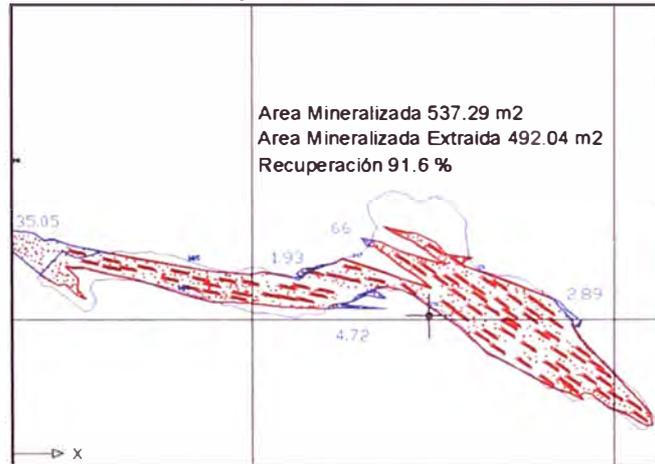
### Stope 97 Norte Piso 19



### Stope 97 Sur Piso 19



### Stope 97 Sur Piso 20



### 6.6.3 Dilución

En minería, la dilución es la cantidad de material estéril que se mezcla con el mineral al momento de realizar la explotación.

F.D = Tonelaje de Desmonte / Tonelaje total (Este tonelaje se extrae como mineral)

F.D = (Área de Desmonte / Área total) x (Densidad de desmonte / Densidad de mineral)

El área de Desmonte entre área total para cada dominio estructural fue calculada de manera similar al de la recuperación de mineral.

Dominio uno en 13.56 %, Dominio dos en 20.45 %, Dominio tres en 15.36 %, Dominio cuatro en 12.84 % como promedios, basado en la dilución histórica.

La dilución calculada para estimar las Reservas al 31 de marzo del 2009 es:

Dominio uno

$$FD \text{ dominio uno} = 13.56 \% \times (2.99 / 3.52) = 11.51 \%$$

Dominio dos

$$FD \text{ dominio dos} = 20.45 \% \times (2.68 / 3.62) = 15.14 \%$$

Dominio tres

$$FD \text{ dominio tres} = 15.36 \% \times (2.70 / 3.31) = 12.53 \%$$

Dominio cuatro

$$FD \text{ dominio cuatro} = 12.84 \% \times (2.99 / 3.40) = 11.29 \%$$

#### 6.6.4 Conciliación de leyes de pb, zn, ag y cu.

Se tomaron como referencia los datos del primer trimestre del 2009.

El cuadro N° 6.6.4-1 muestra lo programado con lo ejecutado, referente a las toneladas de mineral tratadas con sus respectivas Leyes.

**Cuadro N° 6.6.4-1**  
**Toneladas con leyes programadas Vs toneladas con leyes Tratadas**

MES	PROGRAMA (T)	%Pb.	%Zn.	Oz/t Ag.	%Cu.	Real Trat. (T)	%Pb.	%Zn.	Oz/Tn Ag.	%Cu.
ENERO	107,500	0.77	5.87	1.53	0.27	111,870	0.62	5.00	1.12	0.27
FEBRERO	100,100	0.77	5.88	1.53	0.27	92,900	0.71	4.93	1.18	0.25
MARZO	111,000	0.81	5.47	1.58	0.26	110,316	0.68	4.58	1.18	0.27
ENE+FEB+MAR	318,600	0.78	5.73	1.55	0.27	315,086	0.67	4.83	1.16	0.26

De acuerdo a la conciliación de Leyes

Factor = (Ley de Planta\*Ton Planta)/ (Ley Programado\*Ton Programado).

#### Factores para la Ley

Factor para el Zn: 83%

Factor para el Pb: 84%

Factor para el Cu: 97%

Factor para la Ag: 70%

#### 6.7 IDENTIFICACIÓN DE LAS RESERVAS

De modo similar a los recursos las reservas también se clasifican de acuerdo a los lineamientos del código JORC, en los planos de este Inventario se utiliza la simbología de colores que se resume en el Cuadro N° 6.7-1

**Cuadro N° 6.7-1**  
**Simbología de Colores para las Reservas de Minerales**

<b>Tipo de Reserva</b>	<b>Color que lo Identifica</b>
Probado	
Probable	

## 6.8 INVENTARIO DE RECURSOS Y RESERVAS DE MINERAL

Del total de recursos que se tiene se resta los recursos que se encuentran en las zonas de puentes y todos los recursos inferidos.

A estos recursos se les aplica una simulación de explotación, es decir son afectados por la recuperación de mineral, dilución y conciliación de leyes

De este grupo pasarán a ser reservas aquellos bloques que en conjunto tengan un valor de mineral mayor que el cut off y que espacialmente tengan una posición que puedan ser extraídas.

Según el código JORC, de recurso medido pasa a ser reserva probado y de recurso indicado pasa a ser probable y los que no pasan a ser reservas mantienen sus valores in-situ tanto en leyes como en tonelaje.

### Ejemplo

Del recurso indicado

Se tiene el Ore Body Pradera Vasconia en el Nv 3600 que pertenece al dominio 4.

T	Ag (oz/t)	Pb %	Zn %	Cu %
1,939	0.43	0.14	5.47	0.3

T recuperado	= 1,939 t x 88.5 %	= 1,716 t
T diluido	= 1,716 t x 11.29 %	= 194 t
T extraído	= 1716 t + 194 t	= 1,910 t

De acuerdo a la conciliación de leyes:

Ley de plata	= 0.43 x 70 %	= 0.30 oz/t
Ley de plomo	= 0.14 x 84 %	= 0.11 %
Ley de zinc	= 5.47 x 83 %	= 4.54 %
Ley de cobre	= 0.30 x 97 %	= 0.29 %

Su valor de mineral será:

$$VM = 0.3 \times 5.46 + 0.11 \times 7.48 + 4.54 \times 6.97 + 0.29 \times 12.06 = 37.65 \text{ \$/t}$$

Este bloque tiene un valor de mineral mayor al cut off y es accesible por lo tanto de recurso indicado pasa a ser reserva probable.

### 6.8.1 Resumen General de Recursos y Reservas

En el Cuadro N° 6.8.1-1, detalla el resumen general de las Reservas Probadas, Probables y Recursos Medidos, Indicados e Inferidos, además los puentes de 10 m correspondientes a los niveles 3120, 2940 Y 2760; y de 4 m al resto de niveles. Se muestra también los totales de recursos y reservas y el gran total incluyendo los pilares y puentes.

**Cuadro N° 6.8.1-1  
Resumen General de Recursos y Reservas**

<b>UM Atacocha al 31 Marzo del 2009</b>					
<b>Categoría</b>	<b>Cut Off - NSR = 24.57 US \$/t = 3.55%Zn Eq.</b>				
	<b>t</b>	<b>Oz Ag/t</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>
Reserva Probada	1,431,586	0.91	0.49	4.98	0.29
Reserva Probable	1,329,973	1.03	0.51	5.25	0.29
<b>Total Reserva</b>	<b>2,761,559</b>	<b>0.97</b>	<b>0.50</b>	<b>5.11</b>	<b>0.29</b>
Recurso Medido	111,558	0.30	0.12	2.51	0.17
Recurso Indicado	80,935	0.26	0.13	2.00	0.15
<b>Total Recursos (a)</b>	<b>192,493</b>	<b>0.29</b>	<b>0.12</b>	<b>2.29</b>	<b>0.16</b>
<b>Total Reservas y Recursos</b>	<b>2,954,052</b>	<b>0.92</b>	<b>0.47</b>	<b>4.92</b>	<b>0.28</b>
Recursos Inferidos	1,197,546	1.72	0.62	6.08	0.29
<b>Categoría</b>	<b>t</b>	<b>Oz Ag/t</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>
<b>Total Recursos en Puentes (b)</b>	<b>380,026</b>	<b>1.51</b>	<b>0.57</b>	<b>6.27</b>	<b>0.33</b>
<b>Categoría</b>	<b>t</b>	<b>Oz Ag/t</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>
Total Reservas	2,761,559	0.97	0.50	5.11	0.29
Total Recursos (a+b)	572,519	1.10	0.42	4.94	0.27
<b>Total Reservas y Recursos ( c )</b>	<b>3,334,078</b>	<b>0.99</b>	<b>0.49</b>	<b>5.08</b>	<b>0.29</b>
Recursos Inferidos ( d )	1,197,546	1.72	0.62	6.08	0.29
<b>Gran Total Recursos (c+d)</b>	<b>4,531,624</b>	<b>1.18</b>	<b>0.52</b>	<b>5.34</b>	<b>0.29</b>

### 6.8.2 Reservas por Dominios Estructurales y Niveles

El Cuadro N° 6.8.2-1, muestra el resumen de la distribución de **Reservas** por dominios y por niveles.

El dominio uno (Zona Atacocha), que corresponde al Ore body trece ramal seis y siete, estos ore body son relativamente nuevos descubiertos a finales del año 2008.

El dominio dos (Zona Atacocha), es el que tiene el mayor porcentaje de reservas con las mejores leyes de zinc. (Ley de Zn 6.40%)

El dominio tres (Zona San Gerardo), es el de mayor ley de Plomo y a la vez es el que tiene el menor porcentaje de reservas. (Ley de Pb 1.51%)

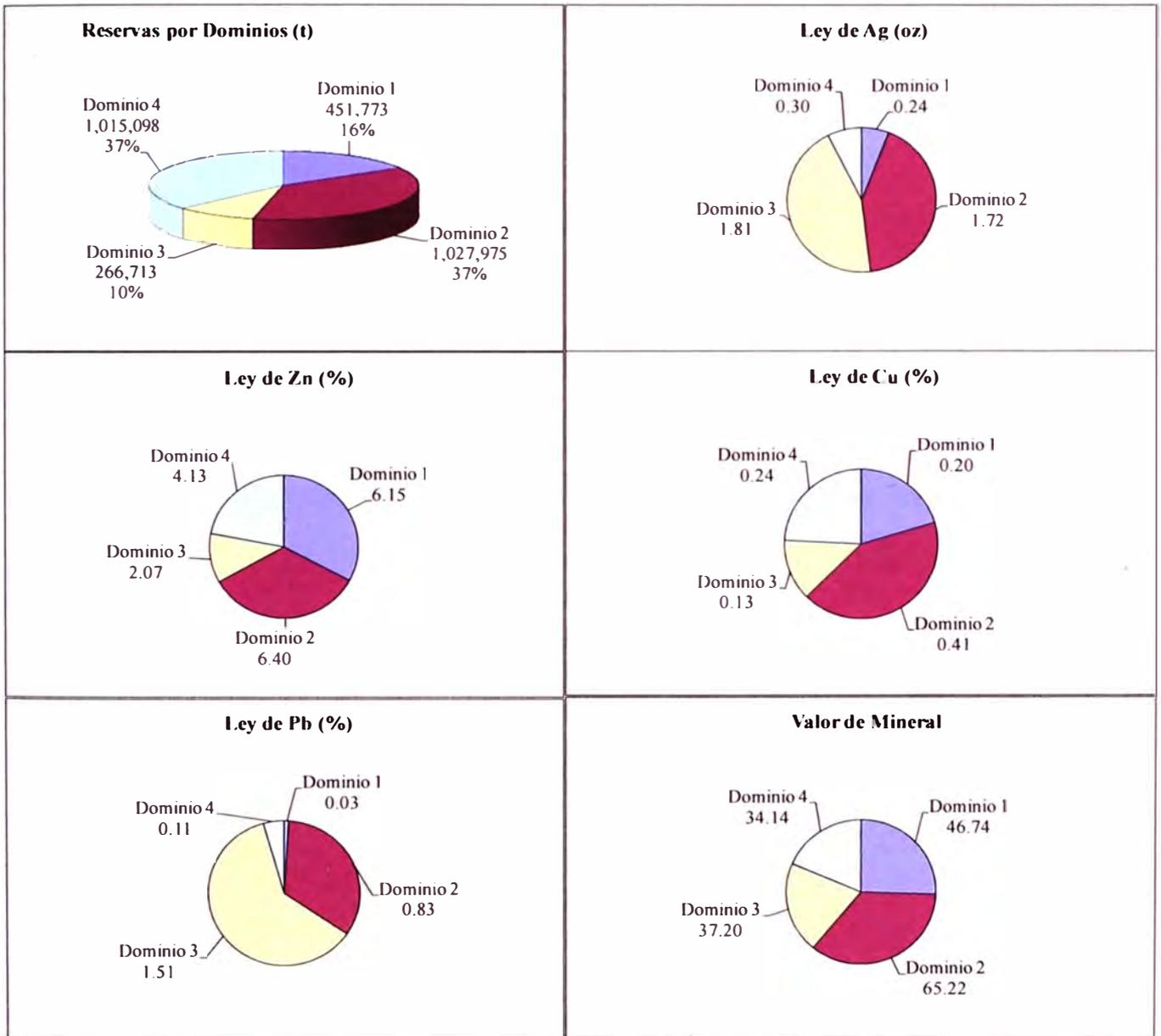
El dominio cuatro (Zona Santa bárbara) es el de menor valor de mineral, pero la cantidad de reservas es ligeramente menor al dominio dos y además se encuentra el tajo de mayor producción de la mina con 25,000 t por mes. (Stope 97).

**Cuadro Nº 6.8.2-1**  
**Reservas por Dominios y Niveles**

Sector	Nivel	Probado						Probable						Total de Reservas					
		t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
Dominio 1	2760							1,081	0.27	0.08	4.89	0.67	44.20	1,081	0.27	0.08	4.89	0.67	44.20
	2940	49,634	0.23	0.02	5.30	0.30	41.90	112,013	0.19	0.02	5.69	0.21	43.38	161,647	0.20	0.02	5.57	0.24	42.92
	3120	58,510	0.15	0.02	5.63	0.11	41.49	97,306	0.16	0.02	5.69	0.12	42.22	155,816	0.16	0.02	5.67	0.12	41.95
	3180	52,099	0.39	0.03	8.07	0.26	61.76	76,100	0.36	0.04	7.33	0.24	56.19	128,199	0.37	0.04	7.63	0.25	58.46
	3300							5,030	0.74	0.10	1.87	0.57	24.75	5,030	0.74	0.10	1.87	0.57	24.75
<b>Total Dominio 1</b>		<b>160,243</b>	<b>0.25</b>	<b>0.02</b>	<b>6.32</b>	<b>0.22</b>	<b>48.21</b>	<b>291,530</b>	<b>0.24</b>	<b>0.03</b>	<b>6.05</b>	<b>0.20</b>	<b>46.02</b>	<b>451,773</b>	<b>0.24</b>	<b>0.03</b>	<b>6.15</b>	<b>0.20</b>	<b>46.80</b>
Dominio 2	2940	138,083	2.01	1.02	10.53	0.34	96.08	234,175	1.79	0.85	9.44	0.30	85.47	372,258	1.87	0.91	9.84	0.31	89.41
	3120	76,341	1.93	0.82	5.21	0.75	62.06	78,874	1.51	0.62	2.90	0.86	43.41	155,215	1.72	0.72	4.03	0.81	52.59
	3180	98,123	1.61	0.80	4.66	0.53	53.64	134,535	1.29	0.54	5.03	0.53	52.54	232,658	1.42	0.65	4.87	0.53	53.00
	3300	17,340	1.17	0.06	4.50	0.55	44.78	35,618	0.88	0.08	5.36	0.39	47.50	52,958	0.97	0.07	5.08	0.44	46.61
	3360	7,500	0.85	0.08	3.60	0.15	32.15	12,302	1.34	0.17	3.89	0.19	37.94	19,802	1.15	0.13	3.78	0.17	35.75
	3420	28,918	2.56	1.90	3.09	0.10	50.98	49,095	2.47	1.69	4.30	0.13	57.69	78,013	2.50	1.77	3.85	0.12	55.20
	3480	46,345	2.12	1.08	5.68	0.28	62.56	21,772	1.45	0.62	4.53	0.16	46.16	68,117	1.90	0.93	5.31	0.24	57.31
	3540	27,177	1.40	0.94	2.86	0.18	36.79	21,048	1.53	0.70	3.44	0.17	39.63	48,225	1.46	0.84	3.11	0.18	38.03
	3600	724	5.01	1.07	4.46	0.24	69.31	6	4.99	1.07	4.48	0.24	69.42	730	5.01	1.07	4.46	0.24	69.31
<b>Total Dominio 2</b>		<b>440,551</b>	<b>1.87</b>	<b>0.94</b>	<b>6.46</b>	<b>0.43</b>	<b>67.44</b>	<b>587,423</b>	<b>1.61</b>	<b>0.74</b>	<b>6.36</b>	<b>0.41</b>	<b>63.56</b>	<b>1,027,975</b>	<b>1.72</b>	<b>0.83</b>	<b>6.40</b>	<b>0.41</b>	<b>65.22</b>
Dominio 3	3420	19,692	1.32	0.77	1.54	0.21	26.22	12,254	1.38	0.96	1.15	0.24	25.59	31,946	1.34	0.84	1.39	0.22	25.98
	3540	19,822	2.07	1.63	1.89	0.24	39.63	23,778	2.36	1.60	1.69	0.20	39.06	43,600	2.23	1.61	1.78	0.22	39.32
	3600	5,928	3.31	2.25	1.87	0.31	51.60	8,222	2.77	1.89	1.77	0.27	44.78	14,150	3.00	2.04	1.81	0.28	47.63
	3780	4,363	3.61	2.48	2.65	0.26	59.92	333	4.25	2.47	2.33	0.28	61.28	4,696	3.65	2.48	2.63	0.27	60.02
	3840							3,419	3.63	2.47	2.75	0.28	60.80	3,419	3.63	2.47	2.75	0.28	60.80
	3900	30,809	1.67	2.05	2.18	0.05	40.24	33,507	1.36	1.45	1.74	0.04	30.88	64,316	1.51	1.73	1.95	0.04	35.36
	4020	2,240	2.69	4.59	5.99	0.07	91.54	16,236	1.93	1.62	2.55	0.12	41.81	18,476	2.02	1.98	2.96	0.11	47.84
4154	47,004	1.47	1.32	2.49	0.07	36.14	39,106	1.70	1.20	2.20	0.09	34.68	86,110	1.57	1.26	2.36	0.08	35.47	
<b>Total Dominio 3</b>		<b>129,858</b>	<b>1.77</b>	<b>1.60</b>	<b>2.22</b>	<b>0.13</b>	<b>38.60</b>	<b>136,855</b>	<b>1.85</b>	<b>1.43</b>	<b>1.93</b>	<b>0.13</b>	<b>35.86</b>	<b>266,713</b>	<b>1.81</b>	<b>1.51</b>	<b>2.07</b>	<b>0.13</b>	<b>37.20</b>
Dominio 4	3300	68,353	0.22	0.06	3.68	0.26	30.42	26,913	0.30	0.08	4.39	0.25	35.81	95,265	0.24	0.07	3.88	0.25	31.94
	3420	39,872	0.17	0.02	4.58	0.35	37.22	12,889	0.15	0.01	4.67	0.25	36.52	52,761	0.16	0.02	4.60	0.33	37.05
	3480	94,218	0.30	0.10	4.72	0.27	38.53	44,367	0.23	0.11	3.69	0.20	30.21	138,586	0.28	0.10	4.39	0.25	35.87
	3540	394,231	0.32	0.10	4.32	0.24	35.49	155,434	0.30	0.12	3.46	0.21	29.18	549,665	0.31	0.11	4.08	0.23	33.70
	3600	1,889	0.28	0.10	4.58	0.32	38.03	1,910	0.30	0.11	4.54	0.29	37.65	3,799	0.29	0.11	4.56	0.31	37.84
	3660	70,506	0.26	0.15	3.55	0.25	30.37	36,330	0.34	0.20	4.23	0.28	36.17	106,836	0.29	0.17	3.78	0.26	32.34
	3720	31,864	0.49	0.16	4.39	0.17	36.53	36,321	0.57	0.22	4.68	0.14	39.05	68,185	0.53	0.19	4.54	0.16	37.87
<b>Total Dominio 4</b>		<b>700,934</b>	<b>0.30</b>	<b>0.10</b>	<b>4.25</b>	<b>0.25</b>	<b>35.04</b>	<b>314,164</b>	<b>0.32</b>	<b>0.13</b>	<b>3.86</b>	<b>0.21</b>	<b>32.20</b>	<b>1,015,098</b>	<b>0.30</b>	<b>0.11</b>	<b>4.13</b>	<b>0.24</b>	<b>34.16</b>
<b>Total Reserva</b>		<b>1,431,586</b>	<b>0.91</b>	<b>0.49</b>	<b>4.98</b>	<b>0.29</b>	<b>46.81</b>	<b>1,329,973</b>	<b>1.03</b>	<b>0.51</b>	<b>5.25</b>	<b>0.29</b>	<b>49.46</b>	<b>2,761,559</b>	<b>0.97</b>	<b>0.50</b>	<b>5.11</b>	<b>0.29</b>	<b>48.08</b>

En la Fig. 6.8.2-1 se muestra mediante gráficos en forma porcentual la variación de tonelaje, ley de reservas en los diferentes sectores de la mina.

**Fig. 6.8.2-1**  
**Gráficos Porcentuales de Reservas por Sectores**



### 6.8.3 Recursos Medidos e Indicados por Dominios y Niveles

En el Cuadro N° 6.8.3-1, muestra el resumen de la distribución de **Recursos** por dominios Estructurales y por niveles.

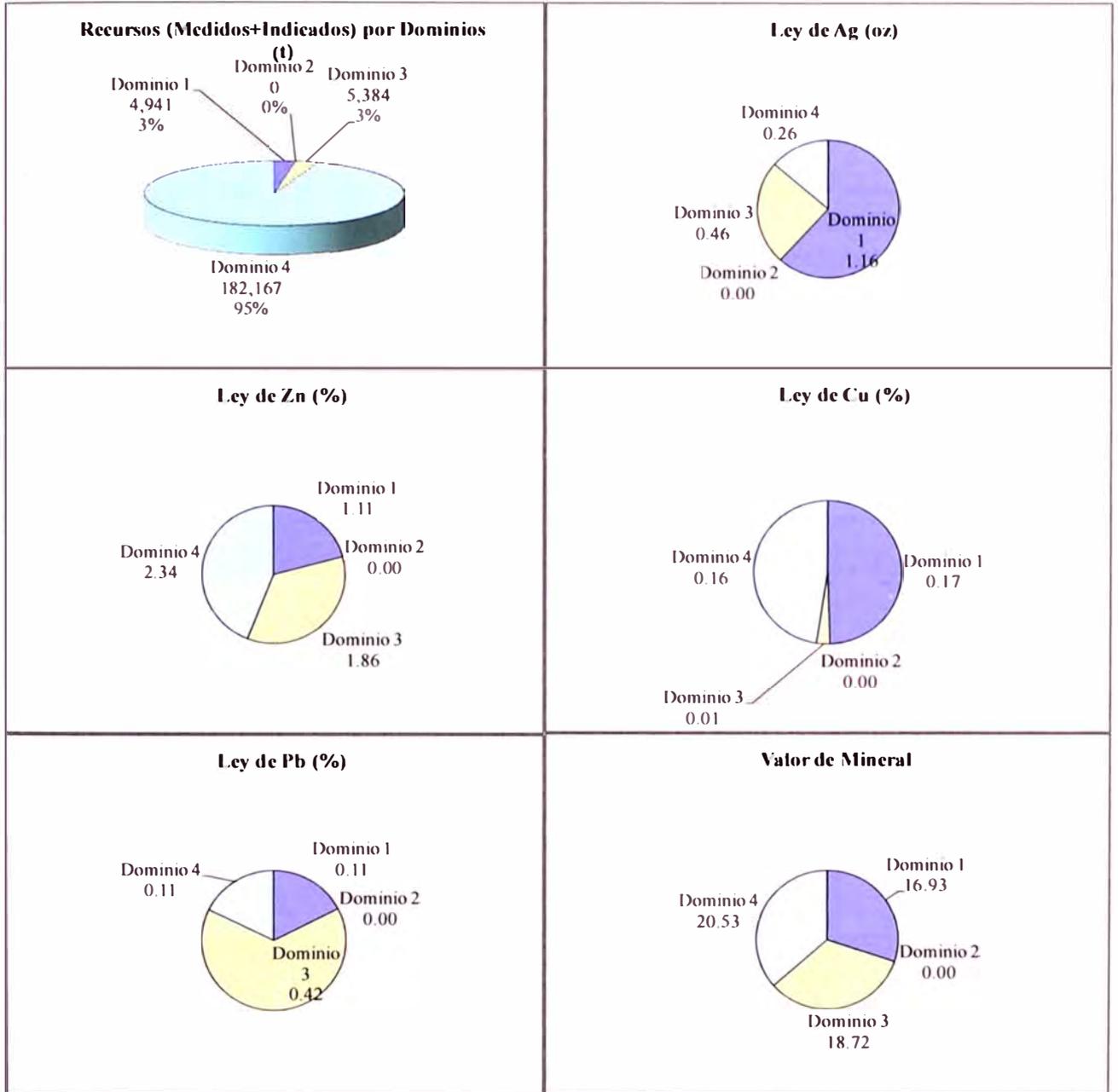
El dominio cuatro representa el 95% de recursos con 182,167 t. Seguido del dominio tres con un 3% de recursos.

**Cuadro N° 6.8.3-1**  
**Recursos Medidos e Indicados por Sectores y Niveles**

Dominio	Nivel	Medido						Indicado						Total de Recursos Medidos más indicados					
		t	Oz Ag/t	%PB	%Zn	%Cu	VM	t	Oz Ag	%PB	%Zn	%Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	%Zn	%Cu	VM
Dominio 1	3300	4,941	1.16	0.11	1.11	0.17	16.93												
Sub Total		4,941	1.16	0.11	1.11	0.17	16.93												
Dominio 3	4192							5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72	5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72
Sub Total								5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72	5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72
Dominio 4	3300							8	0.13	0.01	2.95	0.02	21.63	8	0.13	0.01	2.95	0.02	21.63
	3420	47,936	0.23	0.09	2.82	0.14	23.29	24,276	0.23	0.10	1.83	0.11	16.05	72,211	0.23	0.09	2.49	0.13	20.86
	3600	53,326	0.30	0.14	2.36	0.20	21.56	49,098	0.26	0.12	2.10	0.18	19.11	102,424	0.28	0.13	2.23	0.19	20.39
	3720	1,354	0.11	0.03	2.46	0.18	20.12	1,421	0.12	0.04	2.13	0.17	17.87	2,775	0.12	0.04	2.29	0.17	18.97
Sub Total		106,617	0.26	0.12	2.58	0.17	22.29	75,551	0.25	0.11	2.01	0.15	18.04	182,167	0.26	0.11	2.34	0.16	20.53
		111,558	0.30	0.12	2.51	0.17	22.05	80,935	0.26	0.13	2.00	0.15	18.08	192,493	0.29	0.12	2.29	0.16	20.38

En la Fig. 6.8.3-1, muestra los gráficos en forma porcentual la variación de tonelaje y ley de recursos en los diferentes sectores de la mina.

**Fig. N° 6.8.3-1**  
**Gráficos Porcentuales de Recursos Medidos e Indicados por Sectores**



## 6.8.4 Recursos Inferidos por Dominios y Niveles

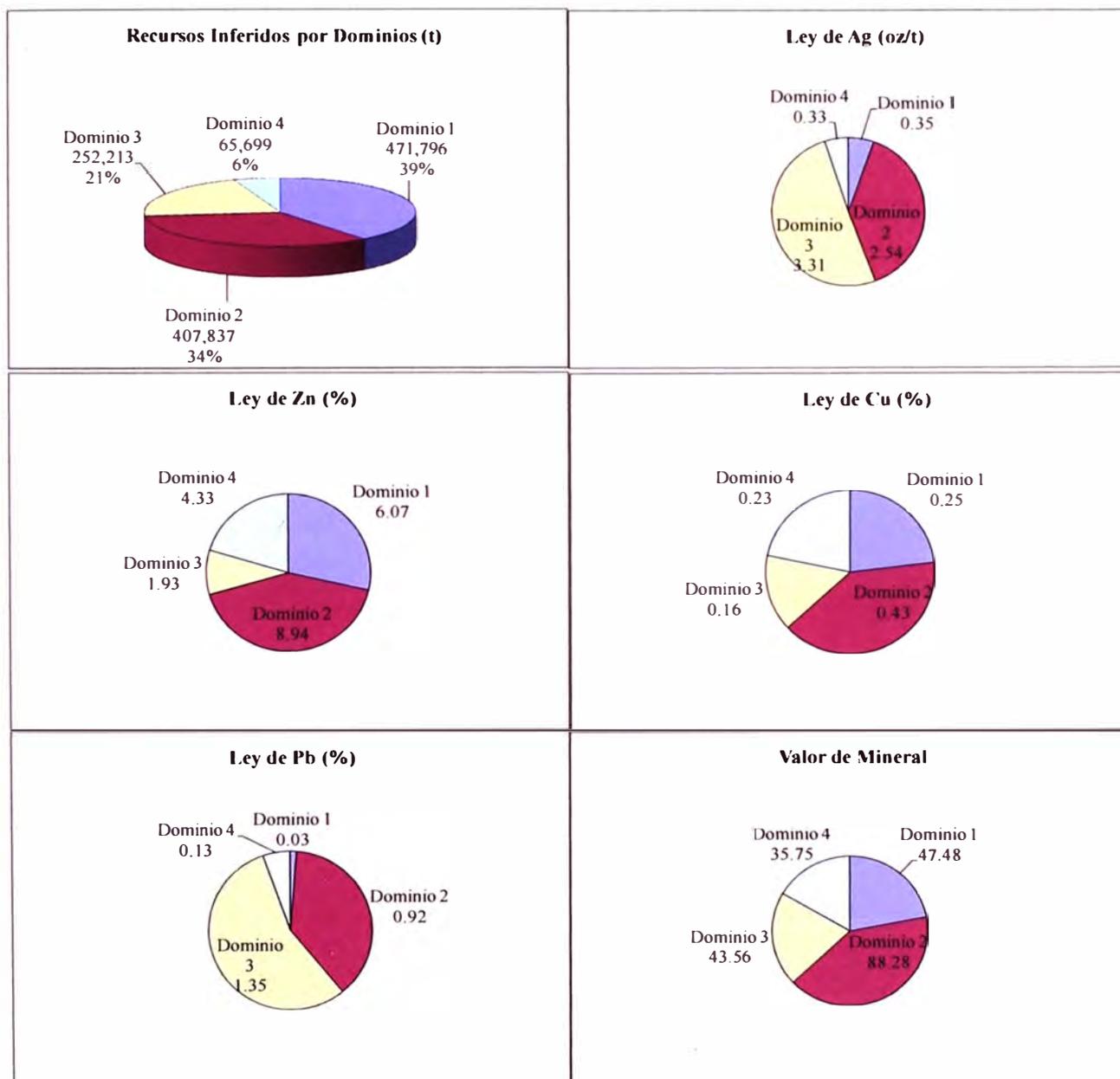
El Cuadro N° 6.8.4-1, muestra el resumen de la distribución **Recursos Inferidos** por dominios Estructurales y por niveles en la mina. De todos los dominios, el dominio uno representa el 39% de recursos inferidos seguido del dominio dos con un 34%, lo que indica que la recategorización debe ser en los dominio uno y dos mediante las exploraciones y la reinterpretación de zonas aledañas y en profundización debe apuntar a los dominios tres y cuatro.

**Cuadro N° 6.8.4-1**  
**Recursos Inferidos por Dominios y Niveles**

Dominio	Nivel	Recursos Inferidos					
		t	Oz. Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
Dominio 1	2760	10,763	0.27	0.05	5.38	0.42	44.36
	2940	371,435	0.32	0.03	5.72	0.25	44.77
	3120	15,458	0.31	0.04	6.09	0.17	46.49
	3180	71,457	0.51	0.04	8.13	0.25	62.84
	3300	2,684	0.97	0.11	3.35	0.19	31.75
<b>Sub Total</b>		471,796	0.35	0.03	6.07	0.25	47.48
Dominio 2	2940	234,254	2.48	1.03	11.10	0.29	102.05
	3120	68,374	2.37	0.81	4.14	0.90	58.77
	3180	58,789	1.69	0.64	6.32	0.53	64.51
	3300	10,169	3.81	0.50	11.85	0.43	112.30
	3360	12,605	4.36	0.56	9.48	0.56	100.88
	3420	22,137	4.41	1.30	6.40	0.15	80.30
	3480	488	1.26	0.44	3.40	0.17	35.91
	3540	1,021	2.69	1.38	7.27	0.21	78.25
<b>Sub Total</b>		407,837	2.54	0.92	8.94	0.43	88.28
Dominio 3	3420	1,845	2.16	1.07	1.24	0.24	31.40
	3540	11,038	3.79	2.08	3.14	0.12	59.58
	3600	5,679	3.07	2.29	1.70	0.22	48.32
	3840	5,007	5.73	3.19	3.49	0.30	83.03
	3900	20,683	1.90	1.66	2.14	0.04	38.19
	4020	48,873	2.01	1.52	2.17	0.07	38.31
	4154	20,707	4.93	1.07	1.87	0.29	51.40
	4192	138,381	3.63	1.13	1.69	0.19	42.31
<b>Sub Total</b>		252,213	3.31	1.35	1.93	0.16	43.56
Dominio 4	3300	11,019	0.23	0.04	4.44	0.22	35.16
	3420	3,524	0.17	0.01	4.89	0.25	38.06
	3480	649	0.21	0.04	2.61	0.17	21.70
	3540	16,937	0.32	0.11	4.26	0.22	35.02
	3600	9,530	0.26	0.10	4.32	0.19	34.59
	3660	18,629	0.41	0.21	4.37	0.29	37.72
	3720	5,412	0.53	0.23	4.02	0.17	34.65
<b>Sub Total</b>		65,699	0.33	0.13	4.33	0.23	35.75
<b>Total Recursos Inferidos</b>		1,197,546	1.72	0.62	6.08	0.29	59.91

En la Fig. 6.8.4-1, muestra los gráficos en forma porcentual la variación de tonelaje y ley de recursos inferidos en los diferentes sectores de la mina.

**Figura N° 6.8.4-1**  
**Gráficos Porcentuales de Recursos Inferidos por Dominios Estructurales**



## **6.9 DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS POR DOMINIOS ESTRUCTURALES**

En el Plano N°1 de anexo 1, se muestra una vista en planta del mineral por Dominios estructurales con respecto al Nv 3600 (Túnel principal de extracción), en las partes subsiguientes se detallan los recursos y las reservas en cada uno de los dominios.

### **6.9.1 Dominio Uno**

El Plano N° 2, muestra la distribución de las estructuras mineralizadas del dominio uno, en total existen dos cuerpos.

El listado del Cuadro N° 6.9.1-1, detalla los planos y/o vistas isométricas incluidas en el anexo 2 y tiene la finalidad de permitir visualizar los recursos y reservas por estructuras mineralizadas, por categoría y por menas, para cada uno de los cuerpos mineralizados del Dominio uno.

**Cuadro N° 6.9.1-1  
Lista de Planos - Dominio Uno**

<b>Plano N°</b>	<b>Descripción</b>
2	Estructuras Mineralizadas del Dominio Uno
3	Ore Body 13 Ramal 6
4	Ore Body 13 Ramal 7

## Reservas Probadas y Probables

Se muestra que el cuerpo de mayor reserva corresponde al Ore Body 13 Ramal 6 con un tonelaje de 411,808 t y con una ley de 6.09 % de Zn de reservas que es el 91% del total del dominio uno.

El Cuadro N° 6.9.1-2, detalla las reservas Probadas y Probables.

**Cuadro N° 6.9.1-2**  
**Reservas – Dominio Uno**

		DOMINIO 1																	
		Probado						Probable						Total de reservas					
Ore Body	Nivel	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
13r6	2760							712	0.33	0.12	4.08	0.81	40.89	712	0.33	0.12	4.08	0.81	40.89
	2940	46,584	0.23	0.02	5.23	0.29	41.37	106,803	0.19	0.02	5.67	0.20	43.06	153,387	0.21	0.02	5.53	0.23	42.55
	3120	51,272	0.13	0.02	5.77	0.09	42.17	87,520	0.15	0.03	5.85	0.11	43.15	138,791	0.15	0.02	5.82	0.10	42.79
	3180	46,164	0.34	0.03	7.88	0.27	60.34	67,724	0.32	0.04	7.04	0.25	54.15	113,888	0.33	0.04	7.38	0.26	56.66
	3300							5,030	0.74	0.10	1.87	0.57	24.75	5,030	0.74	0.10	1.87	0.57	24.75
<b>Total 13r6</b>		<b>144,020</b>	<b>0.23</b>	<b>0.02</b>	<b>6.27</b>	<b>0.21</b>	<b>47.74</b>	<b>267,788</b>	<b>0.22</b>	<b>0.03</b>	<b>6.00</b>	<b>0.19</b>	<b>45.54</b>	<b>411,808</b>	<b>0.23</b>	<b>0.03</b>	<b>6.09</b>	<b>0.20</b>	<b>46.31</b>
13r7	2760							369	0.16	0.02	6.44	0.39	50.59	369	0.16	0.02	6.44	0.39	50.59
	2940	3,050	0.17	0.01	6.28	0.42	49.89	5,210	0.17	0.01	6.27	0.43	49.85	8,260	0.17	0.01	6.27	0.43	49.86
	3120	7,238	0.24	0.01	4.65	0.24	36.73	9,787	0.25	0.02	4.26	0.23	33.95	17,025	0.24	0.01	4.42	0.24	35.13
	3180	5,935	0.71	0.03	9.56	0.17	72.80	8,376	0.67	0.04	9.60	0.16	72.72	14,311	0.68	0.03	9.58	0.16	72.75
<b>Total 13r7</b>		<b>16,223</b>	<b>0.40</b>	<b>0.02</b>	<b>6.76</b>	<b>0.25</b>	<b>52.40</b>	<b>23,741</b>	<b>0.38</b>	<b>0.02</b>	<b>6.62</b>	<b>0.25</b>	<b>51.37</b>	<b>39,965</b>	<b>0.38</b>	<b>0.02</b>	<b>6.67</b>	<b>0.25</b>	<b>51.79</b>
<b>Total</b>		<b>160,243</b>	<b>0.25</b>	<b>0.02</b>	<b>6.32</b>	<b>0.22</b>	<b>48.21</b>	<b>291,530</b>	<b>0.24</b>	<b>0.03</b>	<b>6.05</b>	<b>0.20</b>	<b>46.02</b>	<b>451,773</b>	<b>0.24</b>	<b>0.03</b>	<b>6.15</b>	<b>0.20</b>	<b>46.80</b>

## Recursos Medidos e Indicados

El Cuadro N° 6.9.1-3, detalla los recursos Medidos e Indicados, en el cual de las 4,941 t que existen en este dominio el 100% corresponde a Recurso medido.

Todos los recursos indicados en este dominio pasaron a ser reservas.

**Cuadro N° 6.9.1-3**  
**Recursos Medidos e Indicados – Dominio Uno**

		DOMINIO 1											
		Medido						Total Recurso					
Ore Body	Nivel	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
13r6	3300	4,941	1.16	0.11	1.11	0.17	16.93	4,941	1.16	0.11	1.11	0.17	16.93
Total 13r6		4,941	1.16	0.11	1.11	0.17	16.93	4,941	1.16	0.11	1.11	0.17	16.93
Total Recurso		4,941	1.16	0.11	1.11	0.17	16.93	4,941	1.16	0.11	1.11	0.17	16.93

## Recursos Inferidos

El Cuadro N° 6.9.1-4, detalla los Recursos Inferidos. El mayor tonelaje considerado es el Ore body 13 Ramal 6 con 273,688 t y una ley de 6.52 % en Zinc representando el 58% del Dominio uno.

**Cuadro N° 6.9.1-4**  
**Recursos Inferidos – Dominio Uno**

		DOMINIO 1											
		Inferido						Total Recurso					
Ore Body	Nivel	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
13r6	2760	9,556	0.27	0.05	5.26	0.41	43.49	9,556	0.27	0.05	5.26	0.41	43.49
	2940	188,444	0.27	0.03	6.11	0.18	46.35	188,444	0.27	0.03	6.11	0.18	46.35
	3120	11,932	0.29	0.05	6.33	0.15	47.92	11,932	0.29	0.05	6.33	0.15	47.92
	3180	61,742	0.48	0.04	8.12	0.27	62.80	61,742	0.48	0.04	8.12	0.27	62.80
	3300	2,015	0.96	0.12	2.14	0.20	23.46	2,015	0.96	0.12	2.14	0.20	23.46
<b>Total 13r6</b>		<b>273,688</b>	<b>0.32</b>	<b>0.03</b>	<b>6.52</b>	<b>0.20</b>	<b>49.86</b>	<b>273,688</b>	<b>0.32</b>	<b>0.03</b>	<b>6.52</b>	<b>0.20</b>	<b>49.86</b>
13r7	2760	1,207	0.27	0.05	6.30	0.46	51.31	1,207	0.27	0.05	6.30	0.46	51.31
	2940	182,992	0.38	0.02	5.31	0.32	43.14	182,992	0.38	0.02	5.31	0.32	43.14
	3120	3,525	0.37	0.02	5.28	0.22	41.66	3,525	0.37	0.02	5.28	0.22	41.66
	3180	9,715	0.73	0.04	8.16	0.17	63.15	9,715	0.73	0.04	8.16	0.17	63.15
	3300	669	1.01	0.09	6.98	0.16	56.71	669	1.01	0.09	6.98	0.16	56.71
<b>Total 13r7</b>		<b>198,108</b>	<b>0.40</b>	<b>0.02</b>	<b>5.46</b>	<b>0.31</b>	<b>44.19</b>	<b>198,108</b>	<b>0.40</b>	<b>0.02</b>	<b>5.46</b>	<b>0.31</b>	<b>44.19</b>
<b>Total</b>		<b>471,796</b>	<b>0.35</b>	<b>0.03</b>	<b>6.07</b>	<b>0.25</b>	<b>32.30</b>	<b>471,796</b>	<b>0.35</b>	<b>0.03</b>	<b>6.07</b>	<b>0.25</b>	<b>47.48</b>

## 6.9.2 Dominio Dos

El Plano N° 5, muestra la distribución de las estructuras mineralizadas del Dominio dos, en total existen 6 cuerpos mineralizados.

El listado del Cuadro N° 6.9.2-1, detalla los planos y/o vistas isométricas incluidas en el Anexo 3 y tiene la finalidad de permitir visualizar los recursos y reservas por estructuras mineralizadas, por categoría y por menas, para cada uno de los cuerpos mineralizados del Dominio dos.

**Cuadro N° 6.9.2-1**  
**Lista de Planos – Dominio dos**

<b>Plano N°</b>	<b>Descripción</b>
5	Estructuras Mineralizadas del Dominio Dos
6	Ore Body 13
7	Ore Body 13 B
8	Ore Body 13 C
9	Ore Body 13 Ramal 4
10	Ore Body 9
11	Ore Body Ramal P

### **Reservas Probadas y Probables**

En el Cuadro N° 6.9.2-2, se muestran las reservas Probadas y Probables, en este dominio se encuentra el mayor porcentaje de reservas que existe en toda la unidad (37%) con 1, 022,975 t, con una ley de zinc de 6.40% y plomo 0.83%

**Cuadro N° 6.9.2-2  
Reservas – Dominio Dos**

		DOMINIO 2																	
		Probado						Probable						Total de reservas					
Ore Body	Nivel	t	Oz/t Ag	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz/t Ag	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz/t Ag	%PB	% Zn	% Cu	VM
ob13c	2940							1,720	3.37	2.21	1.06	0.76	51.56	1,720	3.37	2.21	1.06	0.76	51.56
	3120	9,666	2.42	1.27	1.53	0.89	44.00	25,936	1.39	0.44	1.25	0.98	31.38	35,602	1.67	0.66	1.32	0.96	34.80
	3180	53,518	2.14	1.34	3.02	0.66	50.77	59,876	1.95	1.04	2.45	0.78	44.92	113,394	2.04	1.18	2.72	0.73	47.68
	3300	10,538	1.71	0.08	3.67	0.75	44.52	9,110	1.73	0.08	4.74	0.80	52.68	19,648	1.72	0.08	4.17	0.77	48.30
<b>Total ob13c</b>		<b>73,722</b>	<b>2.11</b>	<b>1.15</b>	<b>2.92</b>	<b>0.70</b>	<b>48.99</b>	<b>96,642</b>	<b>1.81</b>	<b>0.81</b>	<b>2.32</b>	<b>0.84</b>	<b>42.13</b>	<b>170,363</b>	<b>1.94</b>	<b>0.96</b>	<b>2.58</b>	<b>0.78</b>	<b>45.10</b>
ob13r4	3120	3,759	1.45	0.52	3.24	0.24	37.21	4,510	1.66	0.19	2.00	0.37	28.88	8,269	1.56	0.34	2.56	0.31	32.67
	3180	29,190	0.22	0.01	8.34	0.25	62.39	53,536	0.23	0.02	8.48	0.27	63.72	82,726	0.23	0.02	8.43	0.26	63.25
	3300	6,802	0.33	0.03	5.79	0.24	45.19	24,702	0.39	0.04	4.95	0.23	39.73	31,504	0.38	0.03	5.13	0.23	40.91
	3360	7,500	0.85	0.08	3.60	0.15	32.15	11,359	0.99	0.09	3.27	0.17	30.97	18,858	0.93	0.08	3.40	0.17	31.44
	3420	8,692	1.37	0.19	5.44	0.31	50.42	24,601	1.50	0.22	4.60	0.24	44.72	33,293	1.46	0.21	4.82	0.26	46.21
	3480	46,345	2.12	1.08	5.68	0.28	62.56	21,772	1.45	0.62	4.53	0.16	46.16	68,117	1.90	0.93	5.31	0.24	57.31
	3540	27,177	1.40	0.94	2.86	0.18	36.79	21,048	1.53	0.70	3.44	0.17	39.63	48,225	1.46	0.84	3.11	0.18	38.03
	3600	724	5.01	1.07	4.46	0.24	69.31	6	4.99	1.07	4.48	0.24	69.42	730	5.01	1.07	4.46	0.24	69.31
<b>Total ob13r4</b>		<b>130,190</b>	<b>1.32</b>	<b>0.62</b>	<b>5.48</b>	<b>0.24</b>	<b>52.98</b>	<b>161,532</b>	<b>0.88</b>	<b>0.23</b>	<b>5.61</b>	<b>0.23</b>	<b>48.38</b>	<b>291,722</b>	<b>1.08</b>	<b>0.41</b>	<b>5.55</b>	<b>0.23</b>	<b>50.43</b>
ob9	3420	5,178	1.02	1.10	1.83	0.02	26.78	8,525	2.80	3.42	5.61	0.04	80.50	13,703	2.13	2.55	4.18	0.03	60.20
<b>Total ob9</b>		<b>5,178</b>	<b>1.02</b>	<b>1.10</b>	<b>1.83</b>	<b>0.02</b>	<b>26.78</b>	<b>8,525</b>	<b>2.80</b>	<b>3.42</b>	<b>5.61</b>	<b>0.04</b>	<b>80.50</b>	<b>13,703</b>	<b>2.13</b>	<b>2.55</b>	<b>4.18</b>	<b>0.03</b>	<b>60.20</b>
ob13b	2940	23,784	2.96	1.98	10.81	0.64	114.03	19,710	2.67	1.78	9.79	0.83	106.14	43,494	2.83	1.89	10.35	0.73	110.45
	3120	39,901	1.23	0.57	3.76	0.94	48.47	37,411	1.31	0.70	3.81	0.92	50.05	77,312	1.27	0.63	3.79	0.93	49.23
	3300							1,806	3.34	0.60	14.09	0.56	127.60	1,806	3.34	0.60	14.09	0.56	127.60
	3360							944	5.52	1.11	11.37	0.35	121.92	944	5.52	1.11	11.37	0.35	121.92
<b>Total ob13b</b>		<b>63,685</b>	<b>1.88</b>	<b>1.09</b>	<b>6.39</b>	<b>0.83</b>	<b>72.95</b>	<b>59,870</b>	<b>1.89</b>	<b>1.06</b>	<b>6.21</b>	<b>0.87</b>	<b>71.99</b>	<b>123,556</b>	<b>1.88</b>	<b>1.08</b>	<b>6.31</b>	<b>0.85</b>	<b>72.48</b>
ob13	2940	114,299	1.82	0.82	10.48	0.27	92.35	212,302	1.69	0.75	9.48	0.25	83.90	326,600	1.73	0.77	9.83	0.26	86.86
	3120	18,840	3.31	1.16	10.62	0.54	107.23	7,023	2.82	1.02	3.60	0.79	57.62	25,862	3.18	1.12	8.71	0.61	93.76
	3180	15,415	2.41	0.42	3.38	0.60	47.05	21,123	2.07	0.47	3.61	0.49	45.79	36,538	2.21	0.44	3.51	0.53	46.32
	3420	15,048	3.77	3.16	2.17	0.02	59.62	15,969	3.79	3.04	3.13	0.02	65.50	31,017	3.78	3.10	2.66	0.02	62.65
<b>Total ob13</b>		<b>163,601</b>	<b>2.22</b>	<b>1.04</b>	<b>9.06</b>	<b>0.31</b>	<b>86.78</b>	<b>256,417</b>	<b>1.88</b>	<b>0.88</b>	<b>8.44</b>	<b>0.27</b>	<b>78.90</b>	<b>420,018</b>	<b>2.02</b>	<b>0.94</b>	<b>8.68</b>	<b>0.28</b>	<b>81.97</b>
vtp	2940							443	1.68	0.99	4.91	0.12	52.28	443	1.68	0.99	4.91	0.12	52.28
	3120	4,175	1.70	1.00	4.90	0.12	52.36	3,995	1.63	0.94	4.80	0.12	50.79	8,170	1.66	0.97	4.85	0.12	51.59
<b>Total vtp</b>		<b>4,175</b>	<b>1.70</b>	<b>1.00</b>	<b>4.90</b>	<b>0.12</b>	<b>52.36</b>	<b>4,438</b>	<b>1.64</b>	<b>0.94</b>	<b>4.81</b>	<b>0.12</b>	<b>50.94</b>	<b>8,613</b>	<b>1.66</b>	<b>0.97</b>	<b>4.85</b>	<b>0.12</b>	<b>51.63</b>
<b>Total</b>		<b>440,551</b>	<b>1.87</b>	<b>0.94</b>	<b>6.46</b>	<b>0.43</b>	<b>67.44</b>	<b>587,423</b>	<b>1.61</b>	<b>0.74</b>	<b>6.36</b>	<b>0.41</b>	<b>63.56</b>	<b>1,027,975</b>	<b>1.72</b>	<b>0.83</b>	<b>6.40</b>	<b>0.41</b>	<b>65.22</b>

## **Recursos Medidos e Indicados**

En este dominio todos los recursos medidos más indicados pasan a ser reservas probadas y probables debido a que su valor de mineral supera el cut off y su ubicación en el espacio es tal que nos permite su extracción.

## **Recursos Inferidos**

El Cuadro N° 6.9.2-4, detalla los Recursos Inferidos, en el cual se observa un tonelaje de 407,837 t, y una ley de zinc de 8.94%, el cual implica realizar más sondajes en esta zona para re-categorizar los recursos inferidos.

**Cuadro N° 6.9.2-4**  
**Recursos Inferidos – Dominio dos**

		<b>DOMINIO 2</b>											
		<b>Inferido</b>						<b>Total Recurso</b>					
<b>Ore Body</b>	<b>Nivel</b>	<b>t</b>	<b>Oz Ag/t</b>	<b>%PB</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>	<b>VM</b>	<b>t</b>	<b>Oz Ag/t</b>	<b>%PB</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>	<b>VM</b>
ob13c	2940	2,937	1.71	0.61	0.81	1.22	34.30	2,937	1.71	0.61	0.81	1.22	34.30
	3120	17,076	2.33	0.84	1.34	1.09	41.46	17,076	2.33	0.84	1.34	1.09	41.46
	3180	20,532	2.66	1.57	2.65	0.77	54.06	20,532	2.66	1.57	2.65	0.77	54.06
	3300	1,343	2.56	0.08	6.29	0.82	68.26	1,343	2.56	0.08	6.29	0.82	68.26
	3360	6,039	2.54	0.08	7.51	0.83	76.85	6,039	2.54	0.08	7.51	0.83	76.85
<b>Total ob13c</b>		<b>47,926</b>	<b>2.47</b>	<b>1.02</b>	<b>2.79</b>	<b>0.92</b>	<b>51.63</b>	<b>47,926</b>	<b>2.47</b>	<b>1.02</b>	<b>2.79</b>	<b>0.92</b>	<b>51.63</b>
ob13r4	3120	9,968	3.05	1.28	6.26	0.55	76.52	9,968	3.05	1.28	6.26	0.55	76.52
	3180	26,650	0.35	0.02	10.27	0.33	77.57	26,650	0.35	0.02	10.27	0.33	77.57
	3300	1,916	0.65	0.05	5.30	0.25	43.91	1,916	0.65	0.05	5.30	0.25	43.91
	3360	1,751	1.36	0.15	7.62	0.26	64.70	1,751	1.36	0.15	7.62	0.26	64.70
	3420	6,311	1.90	0.28	4.32	0.08	43.46	6,311	1.90	0.28	4.32	0.08	43.46
	3480	488	1.26	0.44	3.40	0.17	35.91	488	1.26	0.44	3.40	0.17	35.91
	3540	1,021	2.69	1.38	7.27	0.21	78.25	1,021	2.69	1.38	7.27	0.21	78.25
<b>Total ob13r4</b>		<b>48,103</b>	<b>1.22</b>	<b>0.35</b>	<b>8.23</b>	<b>0.33</b>	<b>70.66</b>	<b>48,103</b>	<b>1.22</b>	<b>0.35</b>	<b>8.23</b>	<b>0.33</b>	<b>70.66</b>
ob9	3420	172	4.25	4.28	6.84	0.04	103.40	172	4.25	4.28	6.84	0.04	103.40
<b>Total ob9</b>		<b>172</b>	<b>4.25</b>	<b>4.28</b>	<b>6.84</b>	<b>0.04</b>	<b>103.40</b>	<b>172</b>	<b>4.25</b>	<b>4.28</b>	<b>6.84</b>	<b>0.04</b>	<b>103.40</b>
ob13b	2940	17,481	4.56	3.52	15.45	0.60	166.17	17,481	4.56	3.52	15.45	0.60	166.17
	3120	32,946	1.82	0.46	4.97	0.98	59.90	32,946	1.82	0.46	4.97	0.98	59.90
	3180	4,118	2.53	0.44	4.81	0.52	56.98	4,118	2.53	0.44	4.81	0.52	56.98
	3300	6,911	4.93	0.70	14.75	0.40	139.81	6,911	4.93	0.70	14.75	0.40	139.81
	3360	4,816	7.74	1.30	12.64	0.34	144.18	4,816	7.74	1.30	12.64	0.34	144.18
	3420	8,029	7.09	1.20	12.12	0.34	136.25	8,029	7.09	1.20	12.12	0.34	136.25
<b>Total ob13b</b>		<b>74,301</b>	<b>3.75</b>	<b>1.34</b>	<b>9.61</b>	<b>0.70</b>	<b>105.88</b>	<b>74,301</b>	<b>3.75</b>	<b>1.34</b>	<b>9.61</b>	<b>0.70</b>	<b>105.88</b>
ob13	2940	212,420	2.30	0.82	10.93	0.25	97.87	212,420	2.30	0.82	10.93	0.25	97.87
	3120	5,362	3.38	1.12	4.55	0.64	66.27	5,362	3.38	1.12	4.55	0.64	66.27
	3180	7,489	3.35	0.44	3.17	0.60	50.86	7,489	3.35	0.44	3.17	0.60	50.86
	3420	7,625	3.68	2.19	2.11	0.02	51.35	7,625	3.68	2.19	2.11	0.02	51.35
<b>Total ob13</b>		<b>232,895</b>	<b>2.41</b>	<b>0.86</b>	<b>10.24</b>	<b>0.26</b>	<b>94.11</b>	<b>232,895</b>	<b>2.41</b>	<b>0.86</b>	<b>10.24</b>	<b>0.26</b>	<b>94.11</b>
vrp	2940	1,417	4.57	2.41	3.86	0.65	77.76	1,417	4.57	2.41	3.86	0.65	77.76
	3120	3,023	4.46	2.34	3.29	0.64	72.53	3,023	4.46	2.34	3.29	0.64	72.53
<b>Total vrp</b>		<b>4,440</b>	<b>4.50</b>	<b>2.36</b>	<b>3.47</b>	<b>0.65</b>	<b>74.20</b>	<b>4,440</b>	<b>4.50</b>	<b>2.36</b>	<b>3.47</b>	<b>0.65</b>	<b>74.20</b>
<b>Total</b>		<b>407,837</b>	<b>2.54</b>	<b>0.92</b>	<b>8.94</b>	<b>0.43</b>	<b>88.28</b>	<b>407,837</b>	<b>2.54</b>	<b>0.92</b>	<b>8.94</b>	<b>0.43</b>	<b>88.28</b>

### 6.9.3 Dominio Tres

El Plano N° 12, muestra la distribución de las estructuras mineralizadas del Dominio tres, en total existen 5 cuerpos mineralizados.

El listado del Cuadro N° 6.9.3-1, detalla los planos y/o vistas isométricas incluidas en el Anexo 4 y tiene la finalidad de permitir visualizar los recursos y reservas por estructuras mineralizadas, por categoría y por menas, para cada uno de los cuerpos mineralizados del dominio tres.

**Cuadro N° 6.9.3-1**  
**Lista de Planos – Dominio trés**

<b>Plano N°</b>	<b>Descripción</b>
12	Estructuras Mineralizadas del Dominio Tres
13	Ore Body 15
14	Ore Body 17
15	Veta I
16	Veta San Gerardo
17	Veta T

### Reservas Probadas y Probables

El Cuadro N° 6.9.3-2, detalla las reservas Probadas y Probables, con un tonelaje de 266,713 t y una ley de plomo de 1.51%. El dominio tres que pertenece a la zona de San Gerardo es el que aporta mayor cantidad de mineral de plomo a la unidad.

**Cuadro N° 6.9.3-2  
Reservas – Dominio tres**

		DOMINIO 3																	
		Probado						Probable						Total de reservas					
Ore Body	Nivel	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
vi	4020							15,731	1.91	1.52	2.44	0.12	40.19	15,731	1.91	1.52	2.44	0.12	40.19
	4154	39,212	1.43	1.25	2.63	0.08	36.39	31,874	1.73	1.13	2.21	0.11	34.69	71,086	1.56	1.20	2.44	0.09	35.62
<b>Total vi</b>		39,212	1.43	1.25	2.63	0.08	36.39	47,605	1.79	1.26	2.29	0.11	36.51	86,817	1.63	1.25	2.44	0.10	36.45
vt	3900	18,120	1.15	1.27	1.52	0.04	26.84	27,642	1.19	1.25	1.55	0.04	27.14	45,762	1.17	1.25	1.54	0.04	27.02
	4020							0	2.07	0.53	0.64	0.47	25.39	0	2.07	0.53	0.64	0.47	25.39
<b>Total vt</b>		18,120	1.15	1.27	1.52	0.04	26.84	27,642	1.19	1.25	1.55	0.04	27.14	45,762	1.17	1.25	1.54	0.04	27.02
ob17	3420	12,838	1.24	0.54	1.95	0.19	26.65	5,304	1.24	0.56	1.87	0.19	26.32	18,142	1.24	0.54	1.93	0.19	26.56
	3540	6,633	2.21	1.79	3.49	0.13	51.34	14,845	2.49	1.67	2.05	0.12	41.86	21,478	2.41	1.71	2.49	0.12	44.78
	3900	12,688	2.43	3.17	3.13	0.05	59.38	5,865	2.18	2.39	2.61	0.04	48.48	18,554	2.35	2.92	2.96	0.05	55.94
	4020	2,240	2.69	4.59	5.99	0.07	91.54	504	2.73	4.65	5.99	0.07	92.21	2,745	2.70	4.60	5.99	0.07	91.66
	4154	7,791	1.70	1.70	1.81	0.02	34.87	7,233	1.55	1.48	2.14	0.02	34.63	15,024	1.63	1.59	1.97	0.02	34.75
<b>Total ob17</b>		42,191	1.91	1.96	2.73	0.10	45.34	33,751	2.04	1.62	2.20	0.10	39.77	75,943	1.97	1.81	2.50	0.10	42.86
ob15	3420	6,854	1.48	1.21	0.77	0.24	25.41	6,950	1.48	1.27	0.60	0.27	25.03	13,804	1.48	1.24	0.68	0.26	25.22
	3540	13,189	2.00	1.56	1.08	0.30	33.74	8,932	2.14	1.48	1.09	0.33	34.41	22,122	2.06	1.53	1.09	0.31	34.01
<b>Total ob15</b>		20,043	1.82	1.44	0.98	0.28	30.89	15,883	1.86	1.39	0.88	0.31	30.30	35,926	1.84	1.41	0.93	0.29	30.63
vsg	3600	5,928	3.31	2.25	1.87	0.31	51.60	8,222	2.77	1.89	1.77	0.27	44.78	14,150	3.00	2.04	1.81	0.28	47.63
	3780	4,363	3.61	2.48	2.65	0.26	59.92	333	4.25	2.47	2.33	0.28	61.28	4,696	3.65	2.48	2.63	0.27	60.02
	3840							3,419	3.63	2.47	2.75	0.28	60.80	3,419	3.63	2.47	2.75	0.28	60.80
<b>Total vsg</b>		10,291	3.44	2.35	2.20	0.29	55.13	11,975	3.06	2.07	2.06	0.27	49.81	22,265	3.23	2.20	2.13	0.28	52.27
<b>Total</b>		129,858	1.77	1.60	2.22	0.13	38.60	136,855	1.85	1.43	1.93	0.13	35.86	266,713	1.81	1.51	2.07	0.13	37.20

### Recursos Medidos e Indicados

El Cuadro N° 6.9.3-3, detalla la cantidad de recursos Medidos e Indicados, de la cual el 100% pertenece a Recurso Indicado con total de 5,384 t.

**Cuadro N° 6.9.3-3  
Recursos – Dominio Tres**

		DOMINIO 3											
		Indicado						Total Recurso					
Ore Body	Nivel	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
vi	4192	5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72	5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72
<b>Total vi</b>		5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72	5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72
<b>Total</b>		5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72	5,384	0.46	0.42	1.86	0.01	18.72

## Recursos Inferidos

El Cuadro N° 6.9.3-4, detalla los Recursos Inferidos, en el cual se observa un tonelaje de 252, 213 t, una ley de plomo de 1.35% y una ley de plata de 3.31 oz Ag/t.

**Cuadro N° 6.9.3-4**  
**Recursos Inferidos – Dominio Tres**

		DOMINIO 3											
		Inferido						Total Recurso					
Ore Body	Nivel	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
vi	4020	19,234	2.87	1.77	2.83	0.14	50.27	19,234	2.87	1.77	2.83	0.14	50.27
	4154	20,470	4.96	1.05	1.86	0.29	51.45	20,470	4.96	1.05	1.86	0.29	51.45
	4192	138,381	3.63	1.13	1.69	0.19	42.31	138,381	3.63	1.13	1.69	0.19	42.31
<b>Total vi</b>		<b>178,086</b>	<b>3.70</b>	<b>1.19</b>	<b>1.83</b>	<b>0.20</b>	<b>44.22</b>	<b>178,086</b>	<b>3.70</b>	<b>1.19</b>	<b>1.83</b>	<b>0.20</b>	<b>44.22</b>
vt	3900	15,326	1.49	1.46	1.86	0.04	32.40	15,326	1.49	1.46	1.86	0.04	32.40
	4020	29,639	1.45	1.36	1.75	0.02	30.54	29,639	1.45	1.36	1.75	0.02	30.54
<b>Total vt</b>		<b>44,965</b>	<b>1.46</b>	<b>1.39</b>	<b>1.79</b>	<b>0.03</b>	<b>31.18</b>	<b>44,965</b>	<b>1.46</b>	<b>1.39</b>	<b>1.79</b>	<b>0.03</b>	<b>31.18</b>
ob17	3420	1,150	2.05	0.76	1.72	0.22	31.51	1,150	2.05	0.76	1.72	0.22	31.51
	3540	10,043	3.88	2.14	3.33	0.10	61.59	10,043	3.88	2.14	3.33	0.10	61.59
	3900	5,357	3.07	2.26	2.94	0.05	54.74	5,357	3.07	2.26	2.94	0.05	54.74
	4154	236	2.02	2.02	2.99	0.02	47.18	236	2.02	2.02	2.99	0.02	47.18
<b>Total ob17</b>		<b>16,786</b>	<b>3.47</b>	<b>2.08</b>	<b>3.09</b>	<b>0.09</b>	<b>57.14</b>	<b>16,786</b>	<b>3.47</b>	<b>2.08</b>	<b>3.09</b>	<b>0.09</b>	<b>57.14</b>
ob15	3420	694	2.35	1.59	0.45	0.27	31.20	694	2.35	1.59	0.45	0.27	31.20
	3540	995	2.92	1.50	1.22	0.31	39.33	995	2.92	1.50	1.22	0.31	39.33
<b>Total ob15</b>		<b>1,689</b>	<b>2.69</b>	<b>1.54</b>	<b>0.90</b>	<b>0.29</b>	<b>35.99</b>	<b>1,689</b>	<b>2.69</b>	<b>1.54</b>	<b>0.90</b>	<b>0.29</b>	<b>35.99</b>
vsg	3600	5,679	3.07	2.29	1.70	0.22	48.32	5,679	3.07	2.29	1.70	0.22	48.32
	3840	5,007	5.73	3.19	3.49	0.30	83.03	5,007	5.73	3.19	3.49	0.30	83.03
<b>Total vsg</b>		<b>10,686</b>	<b>4.32</b>	<b>2.71</b>	<b>2.53</b>	<b>0.26</b>	<b>64.58</b>	<b>10,686</b>	<b>4.32</b>	<b>2.71</b>	<b>2.53</b>	<b>0.26</b>	<b>64.58</b>
<b>Total</b>		<b>252,213</b>	<b>3.31</b>	<b>1.35</b>	<b>1.93</b>	<b>0.16</b>	<b>43.56</b>	<b>252,213</b>	<b>3.31</b>	<b>1.35</b>	<b>1.93</b>	<b>0.16</b>	<b>43.56</b>

#### 6.9.4 Dominio Cuatro

El Plano N° 18, muestra la distribución de las estructuras mineralizadas del Dominio cuatro, en total existen 6 cuerpos mineralizados.

El listado del Cuadro N° 6.9.4-1, detalla los planos y/o vistas isométricas incluidas en el Anexo 5 y tiene la finalidad de permitir visualizar los recursos y reservas por estructuras mineralizadas, por categoría y por menas, para cada uno de los cuerpos mineralizados del dominio cuatro.

**Cuadro N° 6.9.4-1**  
**Lista de Planos – Dominio Cuatro**

<b>Plano N°</b>	<b>Descripción</b>
18	Estructuras Mineralizadas del Dominio Tres
19	Ore Body Anita
20	Ore Body Cristina Nor Este
21	Ore Body Don Felipe
22	Ore Body Pradera Vasconia
23	Ore Body Santa Bárbara
24	Ore Body San Pedro

#### Reservas Probadas y Probables

En el Cuadro N° 6.9.4-2, detalla las reservas Probadas y Probables, en el cual se puede observar un tonelaje de 1, 015,098 t y una ley de zinc de 4.13 %.

**Cuadro N° 6.9.4-2  
Reservas – Dominio cuatro**

		DOMINIO 4																	
		Probado						Probable						Total de reservas					
Ore Body	Nivel	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
obprvs	3300	51,176	0.22	0.07	3.36	0.25	28.17	26,623	0.30	0.08	4.41	0.24	35.92	77,799	0.25	0.08	3.72	0.25	30.82
	3420	6,129	0.17	0.02	2.83	0.41	25.81	3,176	0.13	0.02	3.29	0.29	27.31	9,305	0.16	0.02	2.99	0.37	26.32
	3540	243,222	0.21	0.06	4.78	0.19	37.27	96,129	0.18	0.08	3.26	0.16	26.20	339,351	0.20	0.06	4.35	0.18	34.13
	3600	1,889	0.28	0.10	4.58	0.32	38.03	1,910	0.30	0.11	4.54	0.29	37.65	3,799	0.29	0.11	4.56	0.31	37.84
	3660	6,572	0.22	0.11	4.82	0.32	39.48	886	0.24	0.13	4.21	0.34	35.71	7,458	0.22	0.11	4.75	0.32	39.04
<b>Total obprvs</b>		<b>308,989</b>	<b>0.21</b>	<b>0.06</b>	<b>4.51</b>	<b>0.21</b>	<b>35.58</b>	<b>128,724</b>	<b>0.21</b>	<b>0.08</b>	<b>3.53</b>	<b>0.18</b>	<b>28.47</b>	<b>437,712</b>	<b>0.21</b>	<b>0.07</b>	<b>4.22</b>	<b>0.20</b>	<b>33.49</b>
oba	3660	63,934	0.26	0.16	3.42	0.25	29.43	35,444	0.34	0.20	4.23	0.27	36.19	99,378	0.29	0.17	3.71	0.26	31.84
	3720							312	0.16	0.03	3.14	0.43	28.13	312	0.16	0.03	3.14	0.43	28.13
<b>Total oba</b>		<b>63,934</b>	<b>0.26</b>	<b>0.16</b>	<b>3.42</b>	<b>0.25</b>	<b>29.43</b>	<b>35,757</b>	<b>0.34</b>	<b>0.20</b>	<b>4.22</b>	<b>0.28</b>	<b>36.12</b>	<b>99,690</b>	<b>0.29</b>	<b>0.17</b>	<b>3.71</b>	<b>0.26</b>	<b>31.83</b>
obcne	3480	63,148	0.27	0.11	4.80	0.19	38.01	35,831	0.22	0.10	3.70	0.17	29.79	98,980	0.25	0.11	4.40	0.18	35.04
	3540	51,432	0.25	0.12	2.99	0.21	25.56	25,731	0.23	0.09	3.50	0.26	29.48	77,163	0.24	0.11	3.16	0.23	26.87
<b>Total obcne</b>		<b>114,580</b>	<b>0.26</b>	<b>0.11</b>	<b>3.99</b>	<b>0.20</b>	<b>32.42</b>	<b>61,562</b>	<b>0.22</b>	<b>0.10</b>	<b>3.61</b>	<b>0.21</b>	<b>29.66</b>	<b>176,142</b>	<b>0.25</b>	<b>0.11</b>	<b>3.86</b>	<b>0.20</b>	<b>31.46</b>
obsp	3720	31,864	0.49	0.16	4.39	0.17	36.53	36,009	0.57	0.22	4.69	0.14	39.14	67,873	0.53	0.19	4.55	0.15	37.91
<b>Total obsp</b>		<b>31,864</b>	<b>0.49</b>	<b>0.16</b>	<b>4.39</b>	<b>0.17</b>	<b>36.53</b>	<b>36,009</b>	<b>0.57</b>	<b>0.22</b>	<b>4.69</b>	<b>0.14</b>	<b>39.14</b>	<b>67,873</b>	<b>0.53</b>	<b>0.19</b>	<b>4.55</b>	<b>0.15</b>	<b>37.91</b>
obsb	3300	17,177	0.23	0.02	4.64	0.28	37.12	290	0.12	0.01	2.68	0.52	25.74	17,467	0.23	0.02	4.61	0.28	36.93
	3480	2,188	0.42	0.26	2.41	0.37	25.47	4,600	0.34	0.20	2.59	0.39	26.06	6,787	0.37	0.22	2.53	0.38	25.87
	3540	58,288	0.69	0.24	4.22	0.24	37.77	29,480	0.76	0.28	4.25	0.27	39.20	87,767	0.71	0.25	4.23	0.25	38.25
<b>Total obsb</b>		<b>77,652</b>	<b>0.58</b>	<b>0.19</b>	<b>4.26</b>	<b>0.25</b>	<b>37.28</b>	<b>34,369</b>	<b>0.70</b>	<b>0.27</b>	<b>4.02</b>	<b>0.29</b>	<b>37.32</b>	<b>112,022</b>	<b>0.62</b>	<b>0.21</b>	<b>4.19</b>	<b>0.26</b>	<b>37.29</b>
obdf	3420	33,744	0.17	0.02	4.89	0.34	39.29	9,713	0.15	0.01	5.12	0.24	39.53	43,456	0.16	0.02	4.95	0.32	39.34
	3480	28,883	0.35	0.07	4.71	0.45	40.67	3,936	0.19	0.02	4.97	0.25	38.87	32,819	0.33	0.07	4.74	0.43	40.45
	3540	41,289	0.50	0.13	3.40	0.56	34.15	4,095	0.31	0.10	2.29	0.57	25.33	45,384	0.48	0.13	3.30	0.56	33.35
<b>Total obdf</b>		<b>103,915</b>	<b>0.35</b>	<b>0.08</b>	<b>4.25</b>	<b>0.46</b>	<b>37.63</b>	<b>17,744</b>	<b>0.20</b>	<b>0.03</b>	<b>4.44</b>	<b>0.32</b>	<b>36.11</b>	<b>121,659</b>	<b>0.33</b>	<b>0.07</b>	<b>4.28</b>	<b>0.44</b>	<b>37.41</b>
<b>Total</b>		<b>700,934</b>	<b>0.30</b>	<b>0.10</b>	<b>4.25</b>	<b>0.25</b>	<b>35.04</b>	<b>314,164</b>	<b>0.32</b>	<b>0.13</b>	<b>3.86</b>	<b>0.21</b>	<b>32.20</b>	<b>1,015,098</b>	<b>0.30</b>	<b>0.11</b>	<b>4.13</b>	<b>0.24</b>	<b>34.16</b>

## Recursos Medidos e Indicados

El Cuadro N° 6.9.4-3, detalla los recursos Medidos e Indicados, se observa un tonelaje de 182,167 t y una ley de 2.34% en zinc.

**Cuadro N° 6.9.4-3  
Recursos – Dominio Cuatro**

		DOMINIO 4																	
		Indicado						Medido						Total Recurso					
Ore Body	Nivel	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM	t	Oz Ag/t	%PB	% Zn	% Cu	VM
obprvs	3480	749	0.15	0.05	1.42	0.10	12.28	4,000	0.19	0.06	2.59	0.10	20.75	4,749	0.18	0.06	2.41	0.10	19.42
	3720	1,421	0.12	0.04	2.13	0.17	17.87	1,354	0.11	0.03	2.46	0.18	20.12	2,775	0.12	0.04	2.29	0.17	18.97
Total obprvs		2,170	0.13	0.04	1.88	0.15	15.94	5,355	0.17	0.05	2.56	0.12	20.59	7,524	0.16	0.05	2.36	0.13	19.25
oba	3600	49,098	0.26	0.12	2.10	0.18	19.11	53,326	0.30	0.14	2.36	0.20	21.56	102,424	0.28	0.13	2.23	0.19	20.39
Total oba		49,098	0.26	0.12	2.10	0.18	19.11	53,326	0.30	0.14	2.36	0.20	21.56	102,424	0.28	0.13	2.23	0.19	20.39
obcne	3300	8	0.13	0.01	2.95	0.02	21.63							8	0.13	0.01	2.95	0.02	21.63
	3420	24,276	0.23	0.10	1.83	0.11	16.05	47,936	0.23	0.09	2.82	0.14	23.29	72,211	0.23	0.09	2.49	0.13	20.86
Total obcne		24,283	0.23	0.10	1.83	0.11	16.06	47,936	0.23	0.09	2.82	0.14	23.29	72,219	0.23	0.09	2.49	0.13	20.86
Total		75,551	0.25	0.11	2.01	0.15	18.04	106,617	0.26	0.12	2.58	0.17	22.29	182,167	0.26	0.11	2.34	0.16	20.53

### Recursos Inferidos

El Cuadro N° 6.9.4-4, detalla los Recursos Inferidos, se observa un tonelaje de 65,699 t con una ley de zinc de 4.33%.

**Cuadro N° 6.9.4-4**  
**Recursos Inferidos – Dominio Cuatro**

		<b>DOMINIO 4</b>											
		<b>Inferido</b>						<b>Total Recurso</b>					
<b>Ore Body</b>	<b>Nivel</b>	<b>t</b>	<b>Oz Ag/t</b>	<b>%Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>	<b>VM</b>	<b>t</b>	<b>Oz Ag/t</b>	<b>%Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>	<b>VM</b>
obprvs	3300	8,520	0.25	0.05	5.17	0.24	40.70	8,520	0.25	0.05	5.17	0.24	40.70
	3480	593	0.21	0.04	2.51	0.15	20.70	593	0.21	0.04	2.51	0.15	20.70
	3540	8,190	0.27	0.11	4.04	0.16	32.42	8,190	0.27	0.11	4.04	0.16	32.42
	3600	5,245	0.23	0.06	5.95	0.19	45.49	5,245	0.23	0.06	5.95	0.19	45.49
	3660	135	0.30	0.10	5.91	0.27	46.84	135	0.30	0.10	5.91	0.27	46.84
<b>Total obprvs</b>		<b>22,683</b>	<b>0.25</b>	<b>0.07</b>	<b>4.88</b>	<b>0.20</b>	<b>38.33</b>	<b>22,683</b>	<b>0.25</b>	<b>0.07</b>	<b>4.88</b>	<b>0.20</b>	<b>38.33</b>
oba	3600	4,285	0.29	0.16	2.32	0.19	21.25	4,285	0.29	0.16	2.32	0.19	21.25
	3660	18,494	0.41	0.21	4.36	0.29	37.65	18,494	0.41	0.21	4.36	0.29	37.65
	3720	1,067	0.42	0.20	4.70	0.33	40.52	1,067	0.42	0.20	4.70	0.33	40.52
<b>Total oba</b>		<b>23,846</b>	<b>0.39</b>	<b>0.20</b>	<b>4.00</b>	<b>0.27</b>	<b>34.83</b>	<b>23,846</b>	<b>0.39</b>	<b>0.20</b>	<b>4.00</b>	<b>0.27</b>	<b>34.83</b>
obcne	3300	2,499	0.14	0.02	1.96	0.14	16.26	2,499	0.14	0.02	1.96	0.14	16.26
	3420	462	0.14	0.02	2.26	0.13	18.28	462	0.14	0.02	2.26	0.13	18.28
	3480	1	0.51	0.23	2.21	0.37	24.37	1	0.51	0.23	2.21	0.37	24.37
	3540	7,120	0.28	0.07	4.30	0.28	35.41	7,120	0.28	0.07	4.30	0.28	35.41
<b>Total obcne</b>		<b>10,083</b>	<b>0.24</b>	<b>0.05</b>	<b>3.62</b>	<b>0.24</b>	<b>29.88</b>	<b>10,083</b>	<b>0.24</b>	<b>0.05</b>	<b>3.62</b>	<b>0.24</b>	<b>29.88</b>
obsp	3720	4,344	0.55	0.23	3.86	0.13	33.21	4,344	0.55	0.23	3.86	0.13	33.21
<b>Total obsp</b>		<b>4,344</b>	<b>0.55</b>	<b>0.23</b>	<b>3.86</b>	<b>0.13</b>	<b>33.21</b>	<b>4,344</b>	<b>0.55</b>	<b>0.23</b>	<b>3.86</b>	<b>0.13</b>	<b>33.21</b>
obsb	3480	53	0.18	0.09	3.74	0.41	32.60	53	0.18	0.09	3.74	0.41	32.60
	3540	1,627	0.77	0.29	5.26	0.28	46.44	1,627	0.77	0.29	5.26	0.28	46.44
<b>Total obsb</b>		<b>1,679</b>	<b>0.75</b>	<b>0.28</b>	<b>5.22</b>	<b>0.28</b>	<b>46.00</b>	<b>1,679</b>	<b>0.75</b>	<b>0.28</b>	<b>5.22</b>	<b>0.28</b>	<b>46.00</b>
obdf	3420	3,063	0.17	0.01	5.29	0.26	41.04	3,063	0.17	0.01	5.29	0.26	41.04
	3480	2	0.32	0.13	3.78	0.16	30.99	2	0.32	0.13	3.78	0.16	30.99
<b>Total obdf</b>		<b>3,064</b>	<b>0.17</b>	<b>0.01</b>	<b>5.29</b>	<b>0.26</b>	<b>41.04</b>	<b>3,064</b>	<b>0.17</b>	<b>0.01</b>	<b>5.29</b>	<b>0.26</b>	<b>41.04</b>
<b>Total</b>		<b>65,699</b>	<b>0.33</b>	<b>0.13</b>	<b>4.33</b>	<b>0.23</b>	<b>35.75</b>	<b>65,699</b>	<b>0.33</b>	<b>0.13</b>	<b>4.33</b>	<b>0.23</b>	<b>35.75</b>

## CONCLUSIONES

1. Las reservas probadas y probables hasta el 31 de marzo del 2009 en Compañía Minera Atacocha fue de 2'761,559 t dando una vida útil a la mina de 2 años a un ritmo de explotación de 3,800 TPD.
2. Se debe de realizar sondajes de exploración en zonas estratégicas, tal que permita recategorizar los recursos inferidos que son 1'197,546 t, zonas tales como Atacocha, donde el 68% de los recursos inferidos se encuentran en esta zona, comprendidos en los niveles: Nv 2940, Nv 3120 y Nv 3180.
3. Se determinó la ley de corte en 3.55 % en zinc equivalente para todas las reservas, en base a un costo total de producción, de igual manera se puede calcular las leyes de corte para cada zona o dominio estructural, siguiendo el mismo procedimiento se obtiene la ley de corte en zinc equivalente para la zona Atacocha 3.69%, zona de Santa Bárbara 3.58%, zona San Gerardo 3.18% y zona alta 3.14%.
4. El cut off determinado en este trabajo es un cut off Empresarial porque considera todos los costos que existen en Compañía Minera Atacocha S.A.A hasta el punto de venta según contrato, sea precio CIF o FOB.

5. Los precios de los metales afectan directamente a la cantidad de reservas que existen en una mina, entonces el inventario de recursos y reservas debe realizarse cada trimestre actualizando los nuevos precios de los metales.
  
6. Se observa que el dominio dos representa el 37 % del total de reservas y con un valor de mineral 65 \$/t siendo el mayor de todos los dominios, por lo que se debe priorizar las labores de infraestructura y preparación en esta zona.
  
7. La recuperación metalúrgica y la ley de concentrado de cada elemento varían o son diferentes para cada ley de cabeza que se muestran en los seis escenarios pero estos valores que se obtienen están en función a los datos históricos proporcionados por el área de planta, por lo que una mejora de ellos también implicaría un incremento de las reservas de la Unidad Minera.
  
8. Las Reservas varían en función a los precios del mercado internacional de metales y a los costos de operación que determinan la rentabilidad de la mina.

## RECOMENDACIONES

Se parte de la base de recursos para realizar el cálculo de reservas, entonces depende mucho de la confiabilidad al estimar los recursos que se hizo a través de un modelo geoestadístico empleando para ello el kriging ordinario a través del software Vulcan.

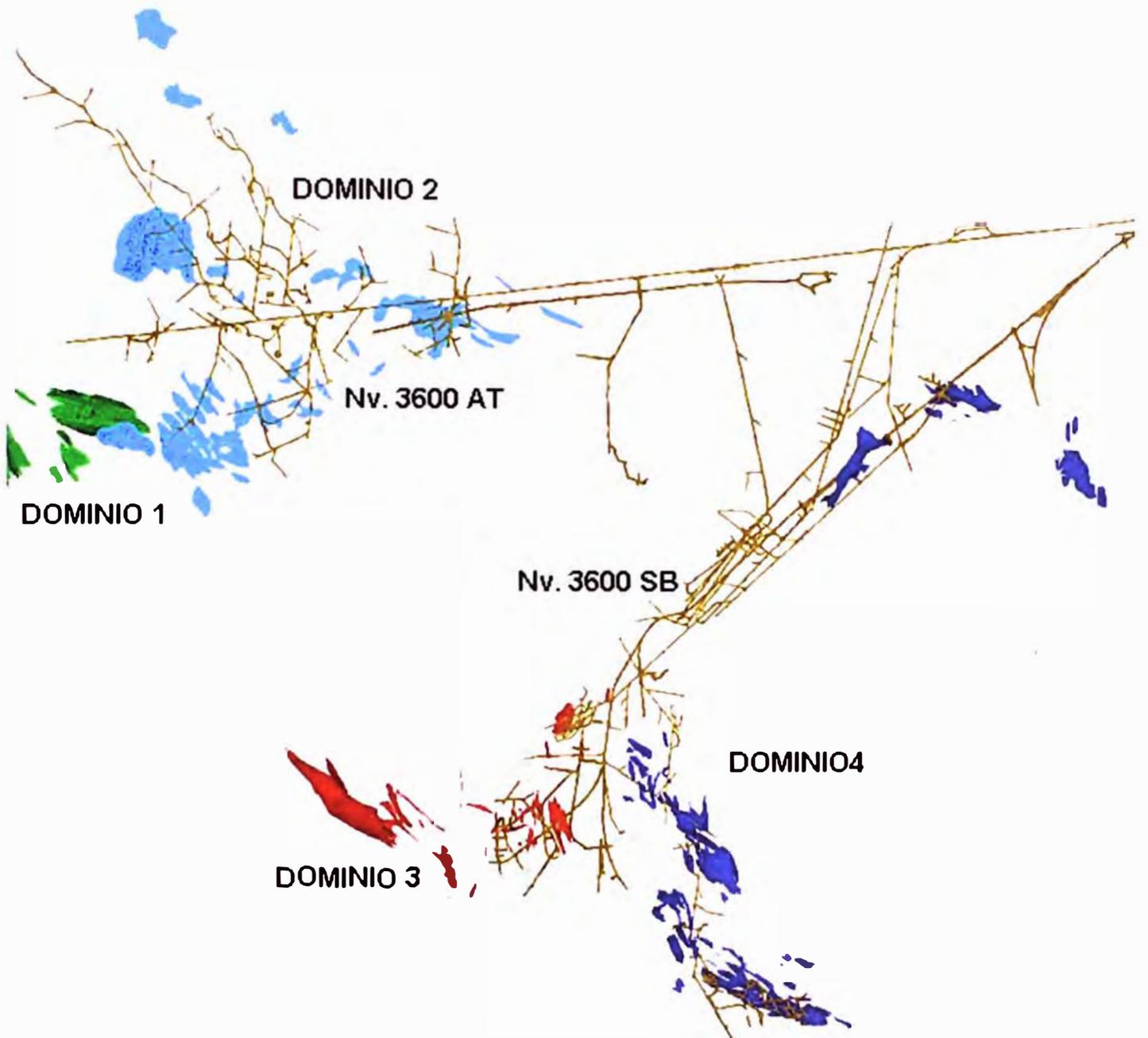
2. Se hizo la división de la mina en cuatro dominios estructurales para un mejor análisis de las reservas.
3. Las Reservas deben ser estimadas técnicamente sustentables y adecuadas a la realidad de la mina.
4. La Metodología aquí empleada es aplicable a otras minas, por lo que es recomendable su difusión a fin de que las operaciones mineras en forma dinámica recalculen su ley de corte.

## BIBLIOGRAFÍA

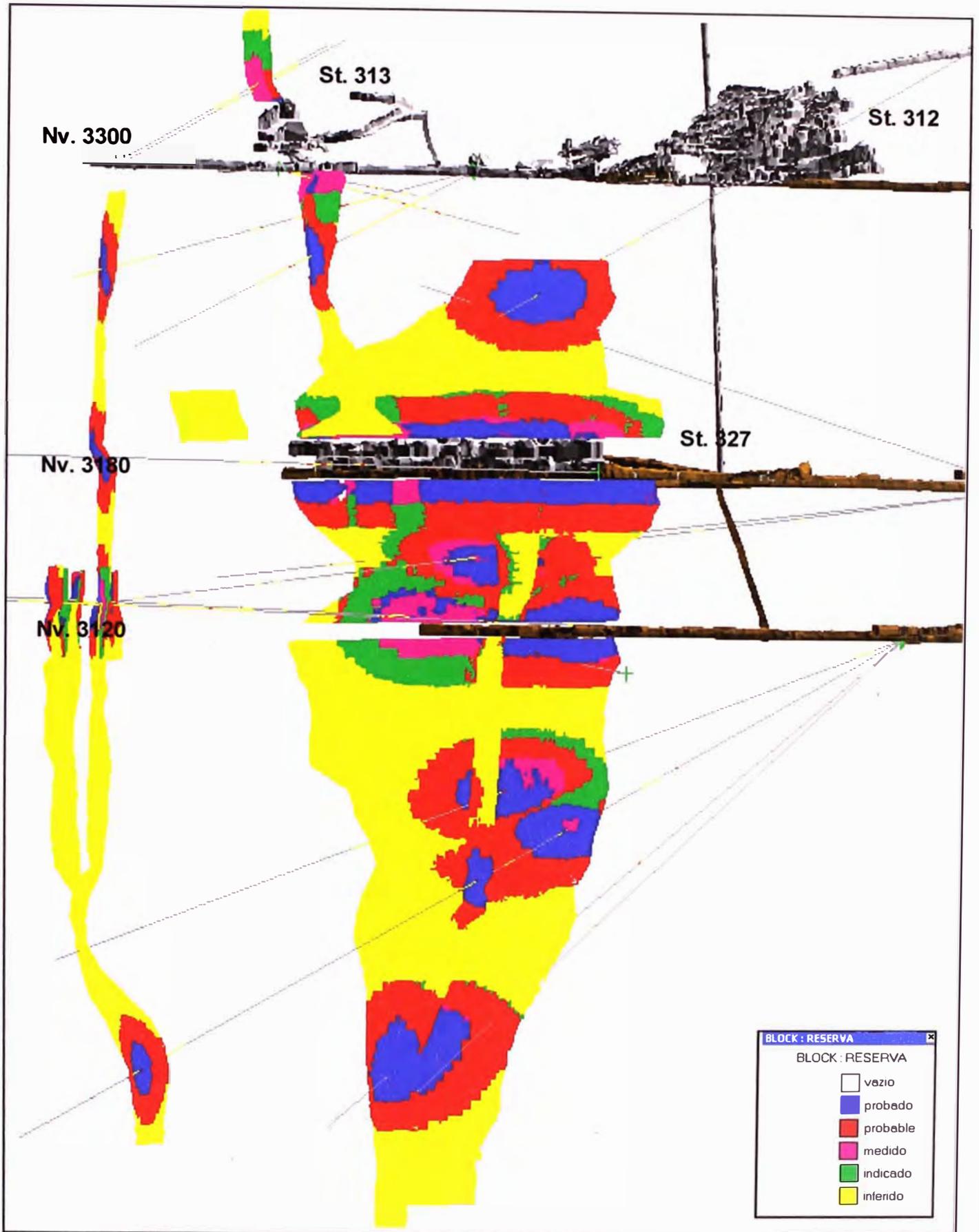
1. Gerencia de Proyectos Milpo, *Procedimiento para la estimación de Recursos y Reservas* Compañía Minera Milpo, Perú, Enero del 2008.
2. Gutierrez Ramirez, José Enrique, *Tesis: Modelamiento Geológico e inventario de Recursos aplicando elementos de Geoestadística en el depósito de Caliza Oeste "Sider Nivin – Casma"*, Febrero del 2007.
3. Hernández Sampieri, Roberto –Fernández Collado, Carlos, *Metodología de la investigación*, tercera edición, Enero del 2004.
4. Kadri Dagdelen, *Curso Internacional Optimización de la ley de corte*.
5. Orche García, Enrique, *Manual de evaluación de yacimientos Minerales*.
6. Páginas de Internet  
<http://www.metalprices.com>  
<http://www.kitco.com/charts/popup/au24hr3day.html>
7. The Australasian Institute of Mining and metallurgy, Australian Institute of Geoscientists, and the minerals council of Australia, *Código de Australasia para informar sobre Recursos Naturales y Reservas de Mena (JORC)*, Setiembre de 1999.
8. Villanueva, Robinson, *Guía del curso de geoestadística*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2000.

9. Vulcan 3D Software: *Manual de modelos de bloques*, Viña del Mar Chile, Mayo del 2004.

## **ANEXOS**



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>01</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR OLORTEGUI PACHECO YOHEL	ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO		FECHA JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
ASESOR 2: CORIMANYA MAURICIO JOSÉ	TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009		VISTA EN PLANTA DEL MINERAL POR DOMINIOS		
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A		ESCALA SIN ESCALA	ANEXO		<b>ANEXO 1</b>



BLOCK : RESERVA	
BLOCK : RESERVA	
	vazio
	probado
	probable
	medido
	indicado
	inferido

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL  
 ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO  
 ASESOR 2: CORIMAYNA MAURICIO JOSÉ  
 TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009



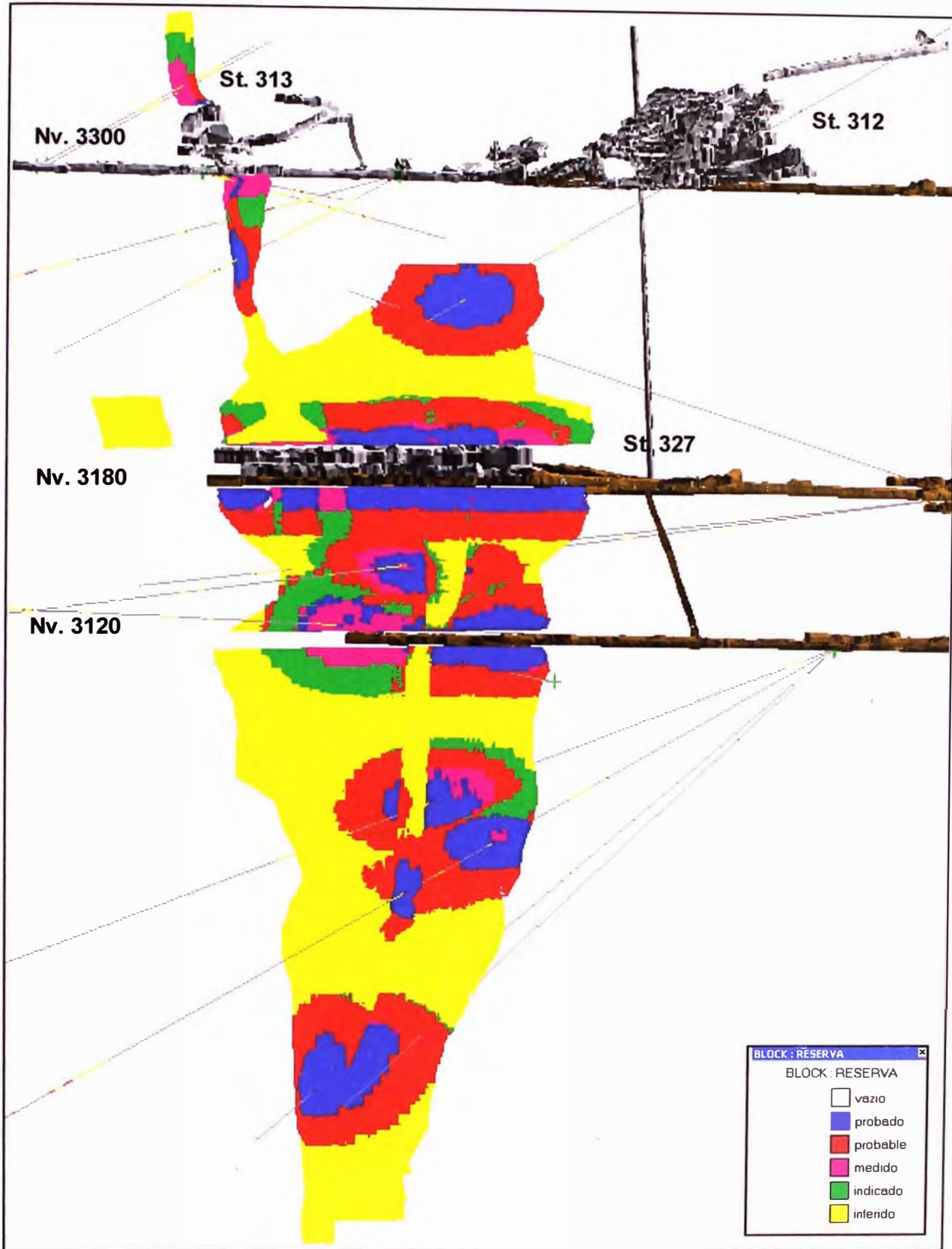
PLANO N° 02  
 FECHA JUL-2010  
  
 ESCALA SIN ESCALA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS**

DOMINIO 1

**ANEXO 2**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL  
 ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO  
 ASESOR 2: CORBIANYA MAURICIO JOSÉ  
 TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009



PLANO N°

03

FECHA

JUL-2010



ESCALA  
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

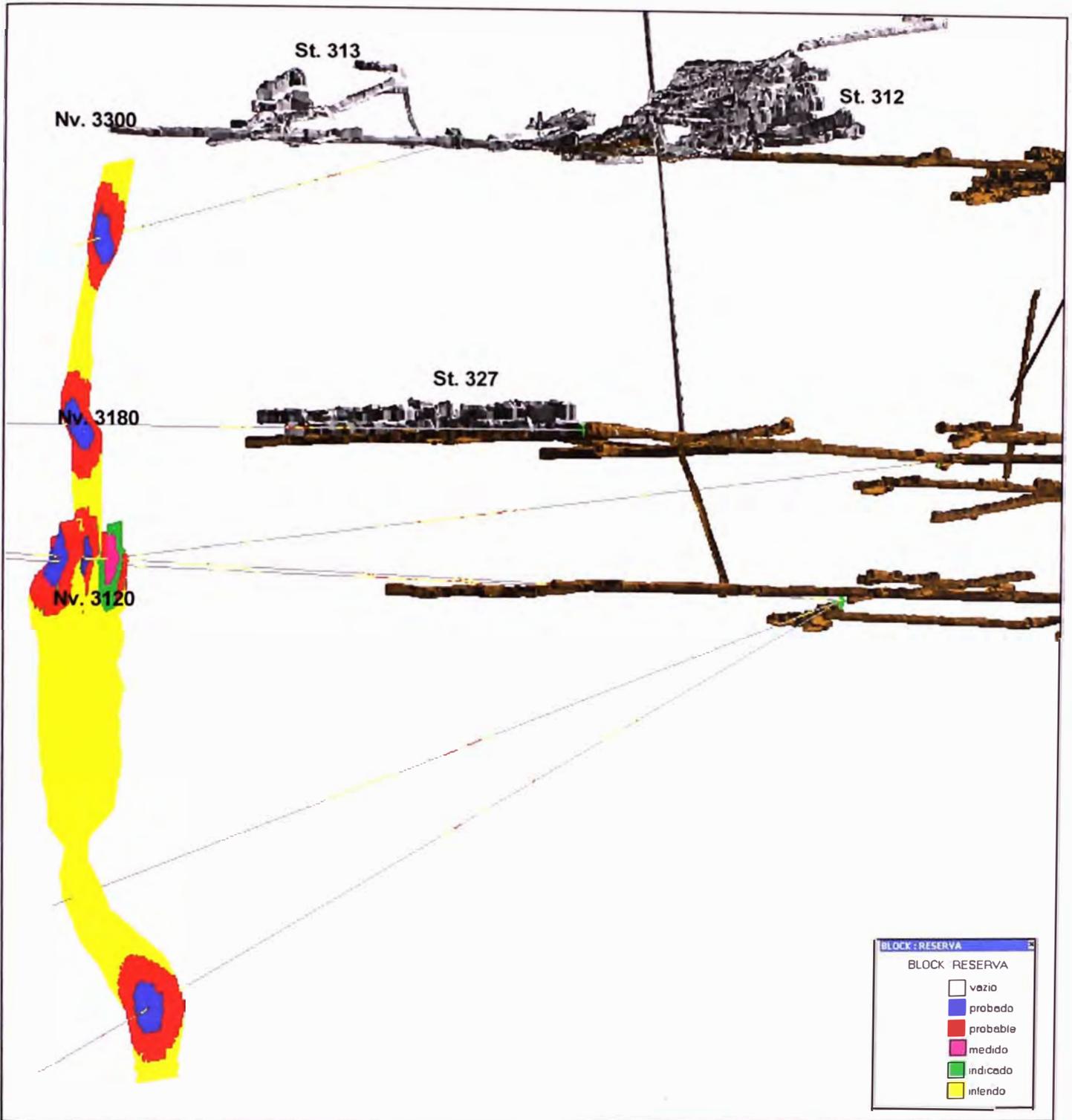
TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

ORE BODY 13 RAMAL 6

ANEXO

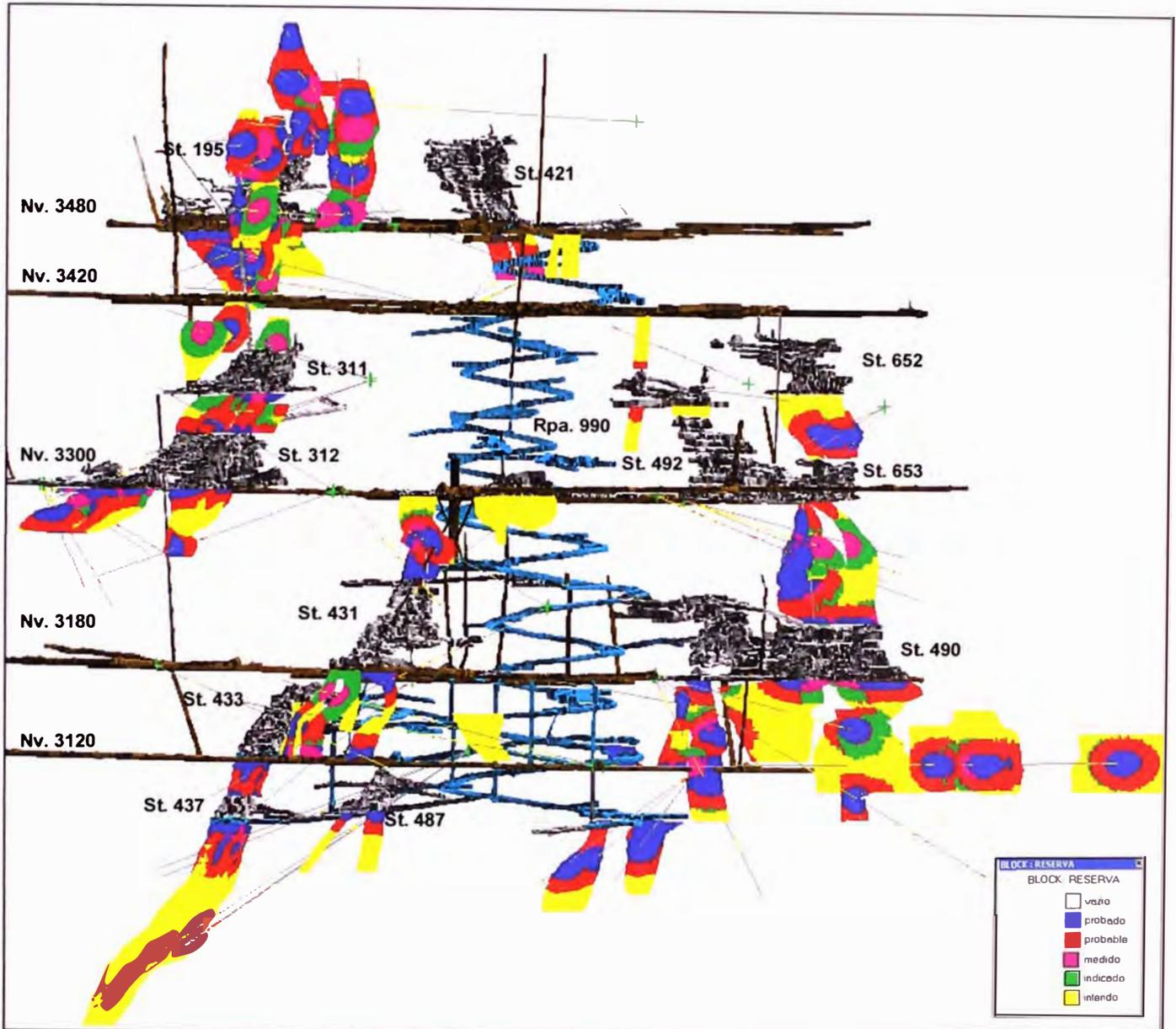
ANEXO 2

REV.

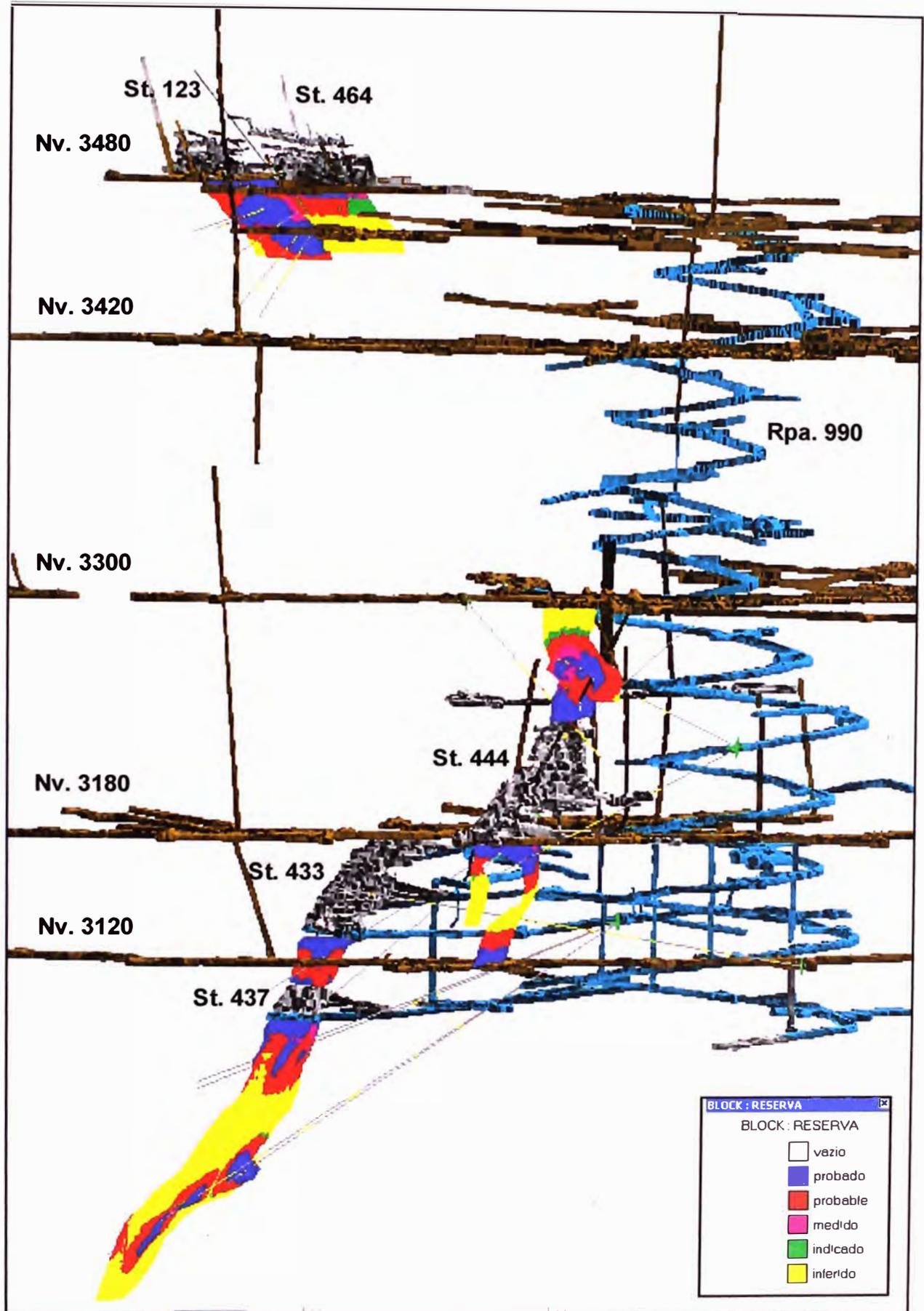


BLOCK: RESERVA	
BLOCK RESERVA	
	vazio
	probado
	probable
	medido
	indicado
	enfondo

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANON° <b>04</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>		
DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL			FECHA JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>		
ASEBOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO				ORE BODY 13 RAMAL 7		
ASEBOR 2: CORMANYA MAURICIO JOSÉ			ESCALA SIN SCALA	ANEXO		REV.
TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009		<b>ANEXO 2</b>				
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A						



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>05</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL	ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO		FECHA JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
ASESOR 2: CORRAHUYA MAURICIO JOSÉ	TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE. VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009		DOMINIO 2		
<small>ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A</small>		ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	<b>ANEXO 3</b>	REV.



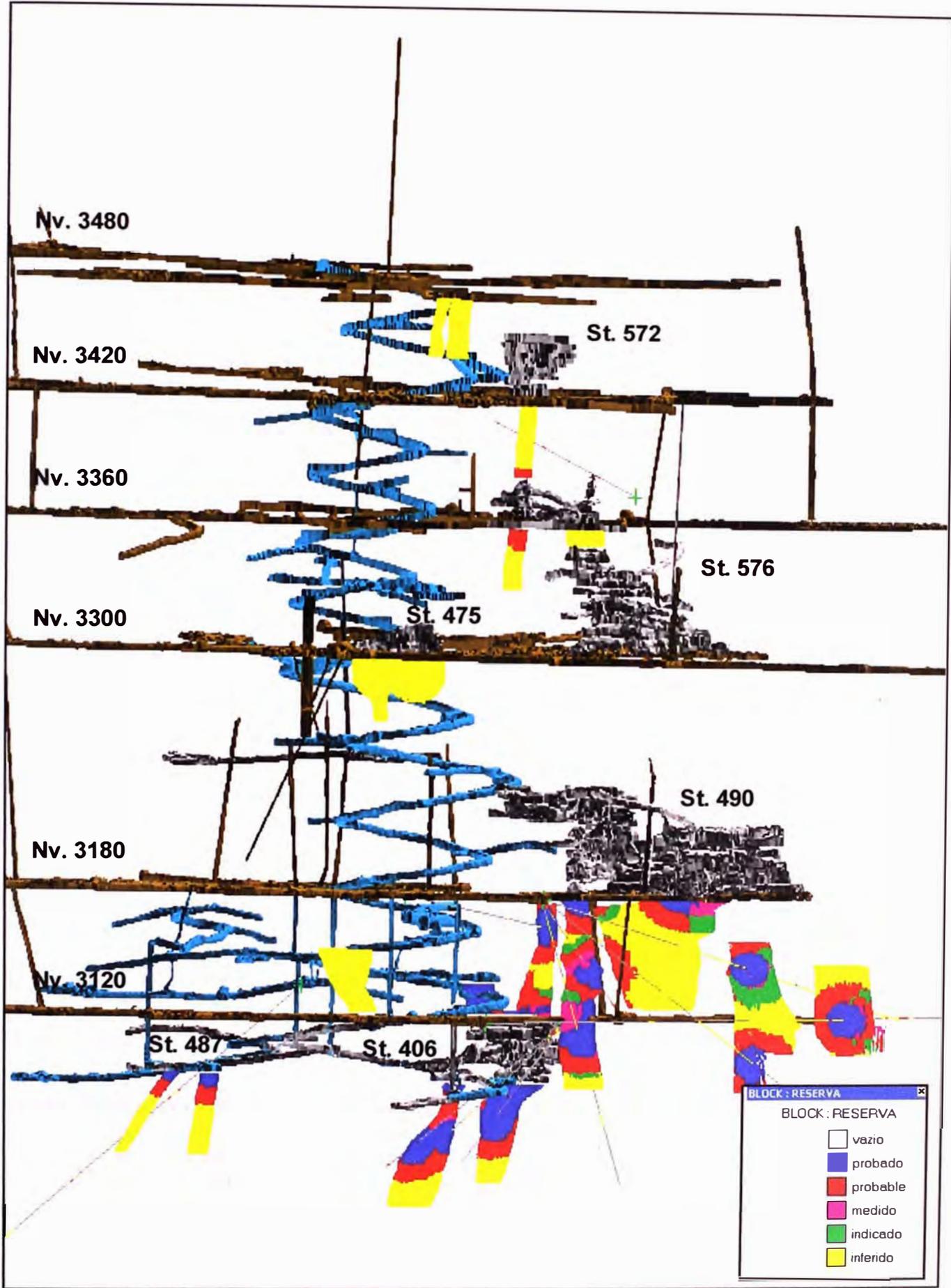
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL
ASESOR 1:	GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO
ASESOR 2:	CORIMANYA MAURICIO JOSÉ
TESIS:	DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACÓCHA S.A AAL 31 DE MARZO DEL 2009



PLANO N°	06
FECHA:	JUL-2010
ESCALA	SIN ESCALA

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
ORE BODY 13	
ANEXO	<b>ANEXO 3</b>
REV.	

ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACÓCHA S.A.

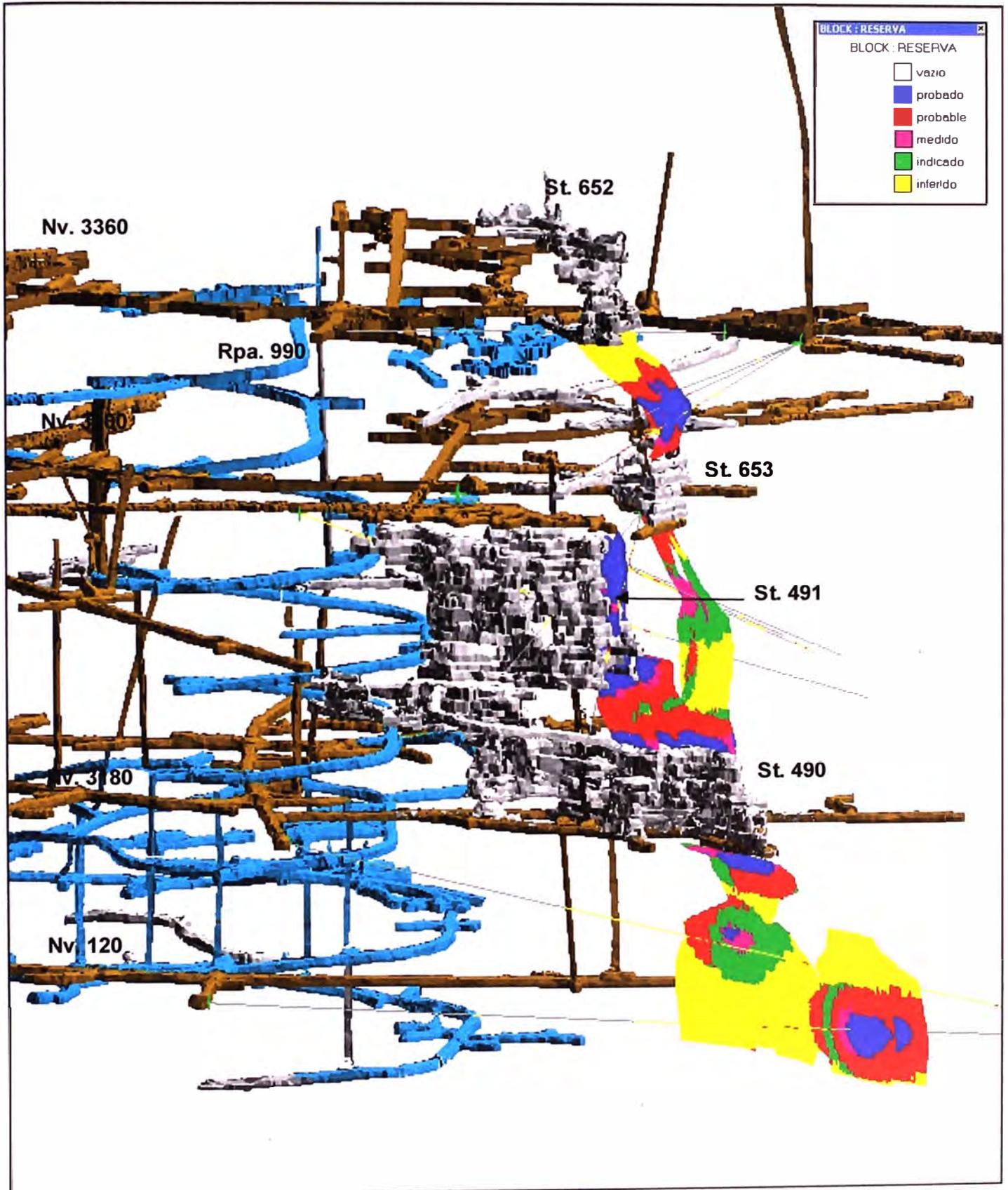


**BLOCK : RESERVA**

BLOCK : RESERVA

- vazio
- probado
- probable
- medido
- indicado
- inferido

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>07</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR: ASEBOR 1: ASEBOR 2: TESIS:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO CORMANYA MAURICIO JOSÉ DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009		FECHA JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
			ORE BODY 13 B		
ESTE PLANO VA SIEMPRE DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A.		ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	<b>ANEXO 3</b>	
				REV:	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL  
 ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO  
 ASESOR 2: CORMANYA MAURICIO JOSÉ  
 TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009



PLANO N°

08

FECHA

JUL-2010

ESCALA



SIN ESCALA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

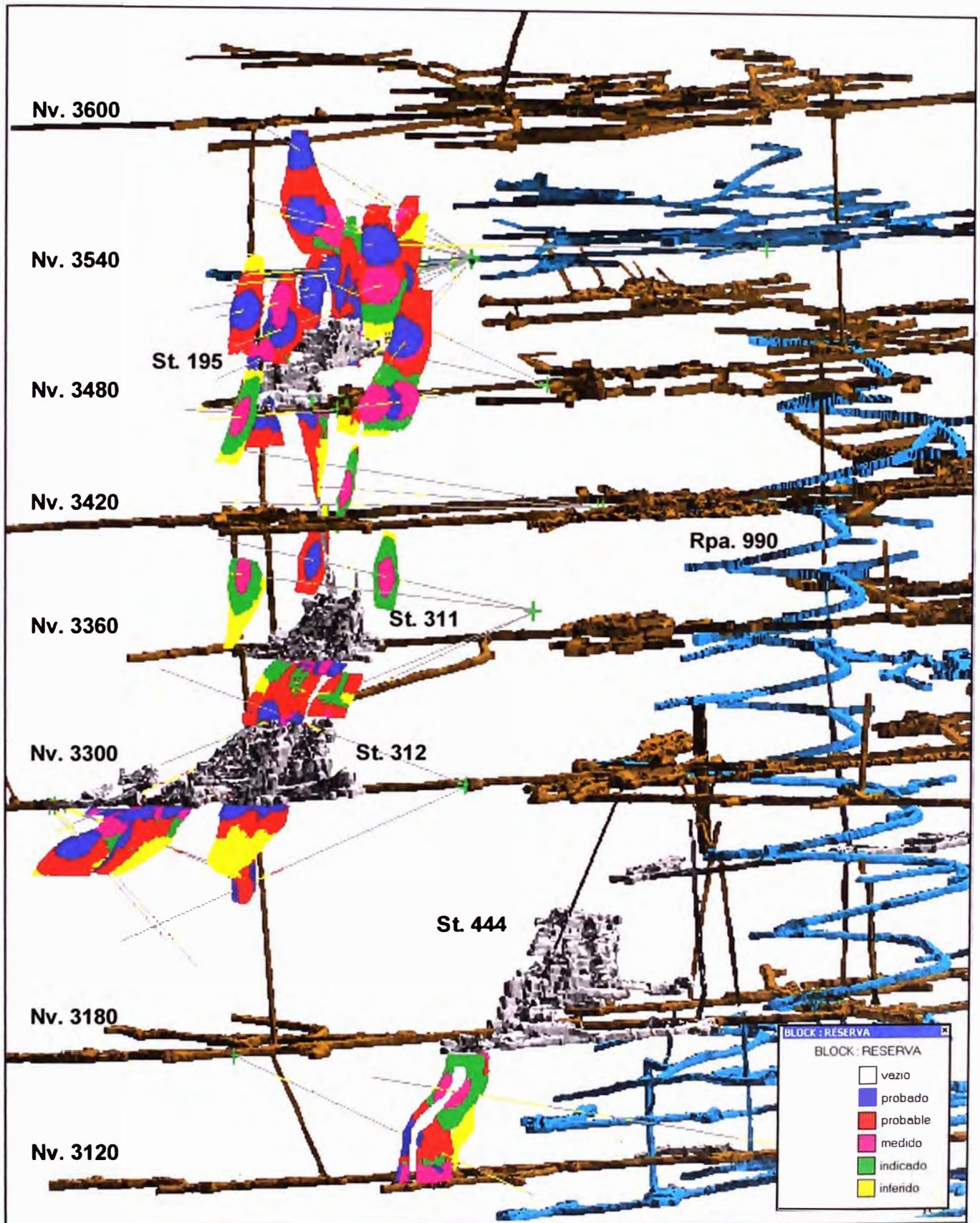
TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

ORE BODY 13 C

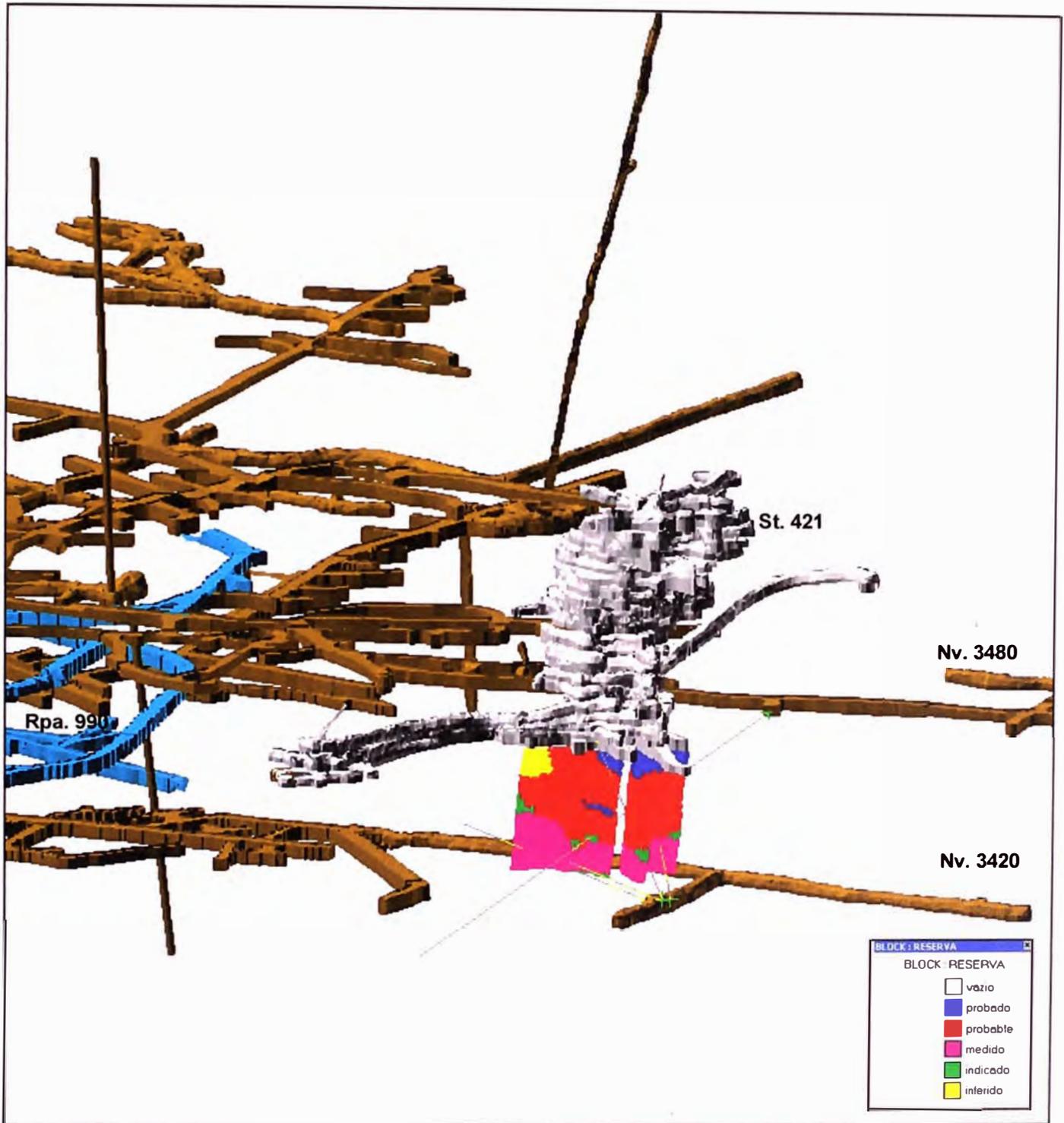
ANEXO

ANEXO 3

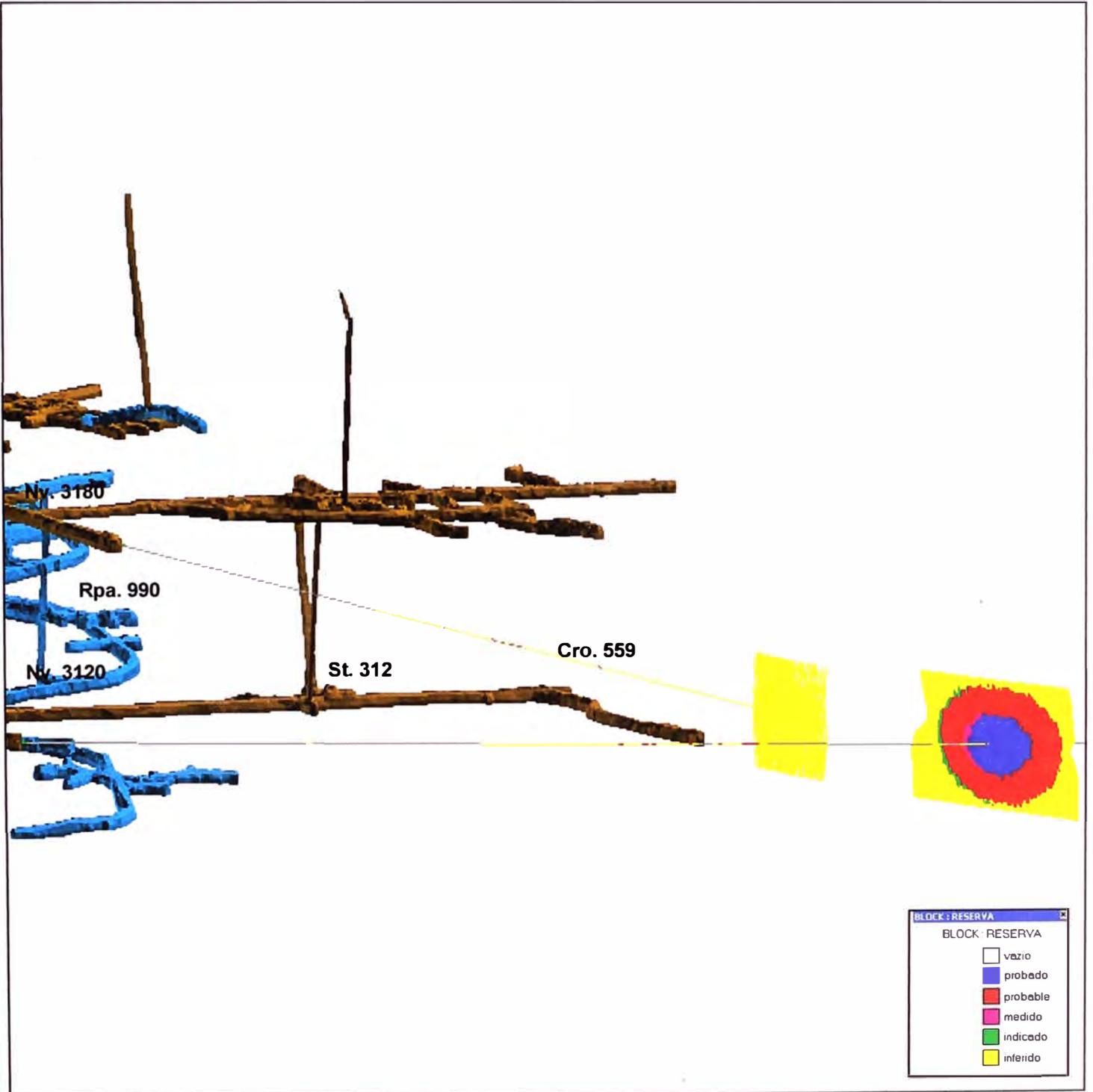
REV.



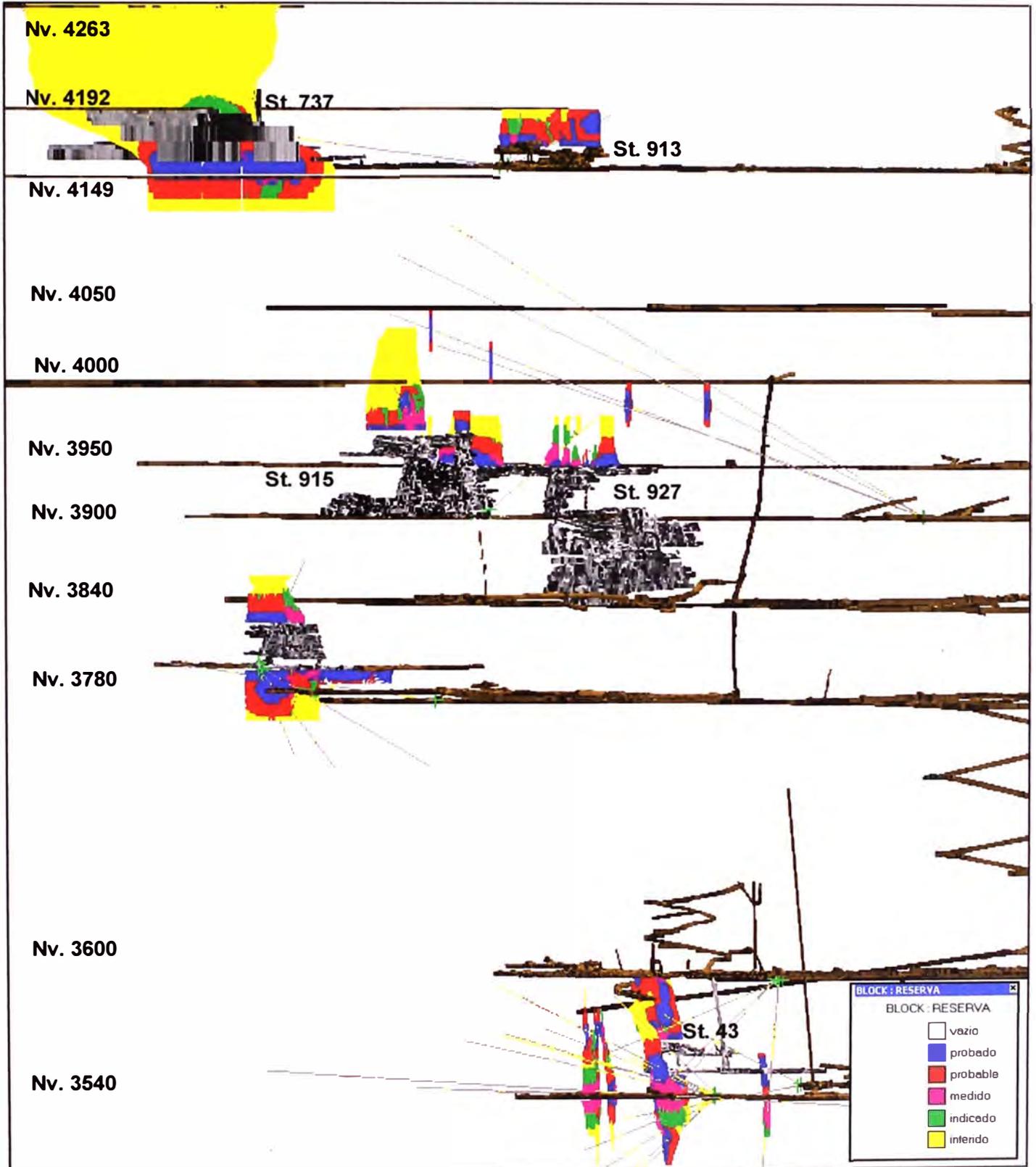
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° 09	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b> ORE BODY 13 RAMAL 4
DISEÑADO POR OLORTEGUI PACHECO YOHEL	ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO		FECHA JUL-2010	
ASESOR 2: CORMANYA MAURICIO JOSÉ	TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACCOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009	ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	ANEXO 3
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR: PACHECO OLORTEGUI YOHHEL - COMPAÑIA MINERA ATACCOCHA S.A.A.				REV.



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>10</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR ASESOR 1: ASESOR 2: TESIS:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO CORIMANYA MAURICIO JOSÉ DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009		FECHA JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b> ORE BODY 9	
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A.A			 ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	<b>ANEXO 3</b> REV.



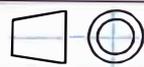
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>11</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO ASESOR 2: CORMAHYA MAURICIO JOSÉ TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCCHAS A A AL 31 DE MARZO DEL 2009			FECHA: <b>JUL-2010</b>	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
				<b>VETA RAMAL P</b>	
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCCHAS S.A.A.			ESCALA <b>SIN ESCALA</b>	ANEXO	<b>ANEXO 3</b>

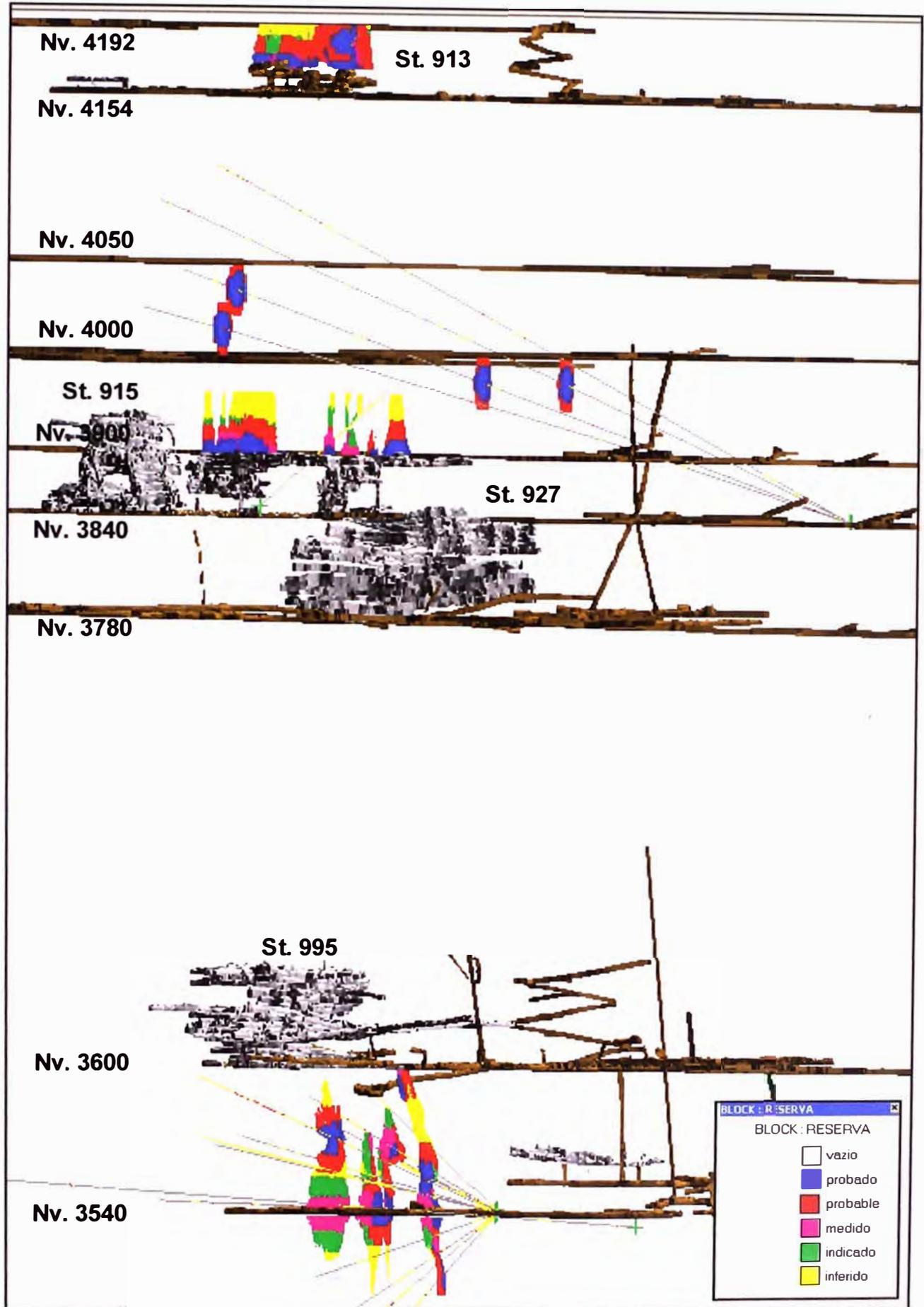


<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>12</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>		
DISEÑADO POR: ASESOR 1: ASESOR 2: TESIS.	OLORTEGUI PACHECO YOHEL GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO CORBAÑYA MAURICIO JOSÉ DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009		FECHA JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>		
				DOMINIO 3		
			ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	<b>ANEXO 4</b>	

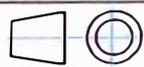


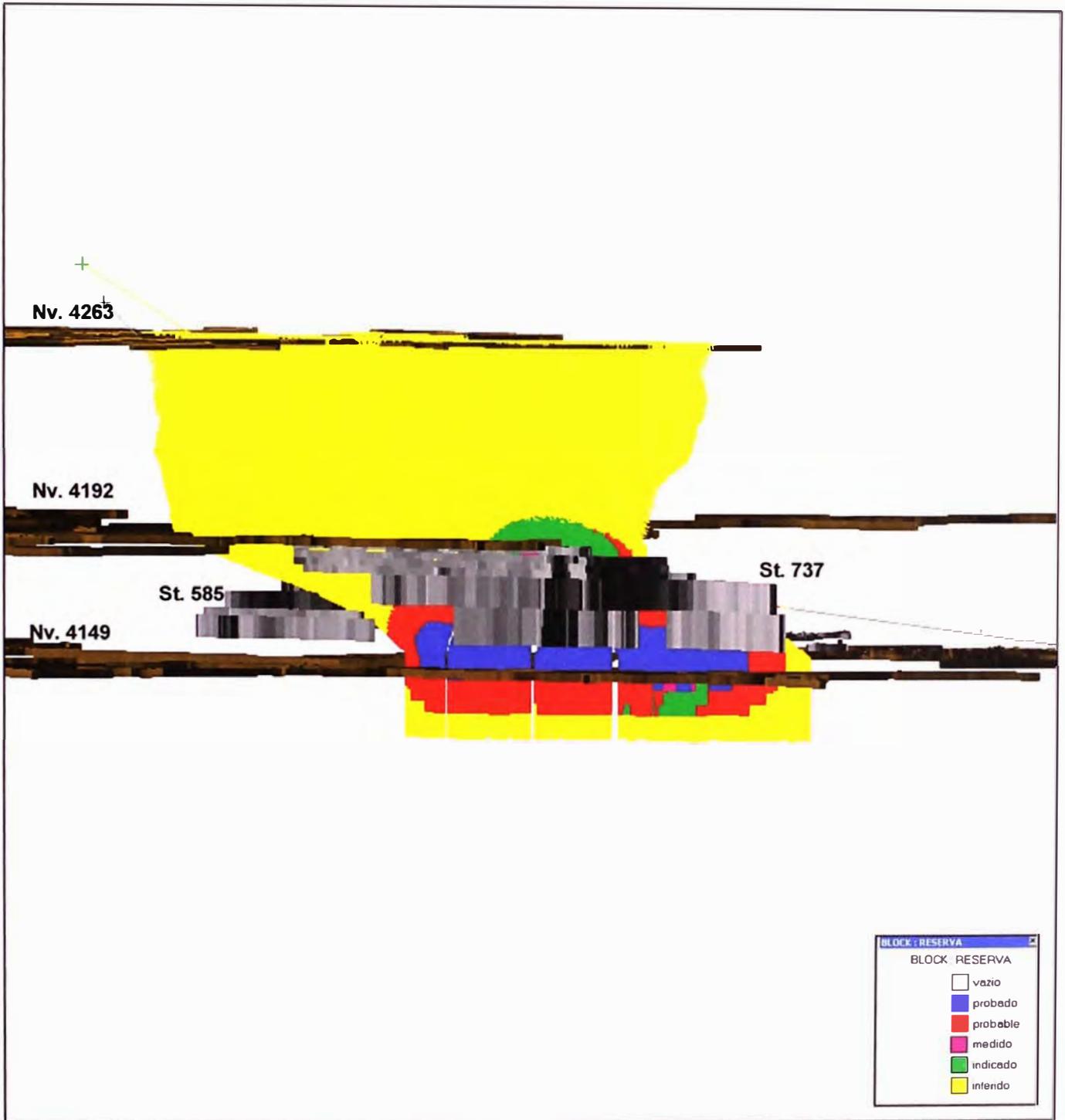
BLOCK : RESERVA	
□	vazio
■	probado
■	probable
■	medido
■	indicado
■	inferido

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO ASESOR 2: CORMANHA MAURICIO JOSÉ TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009			PLANO N° 13 FECHA JUL-2010  ESCALA SIN ESCALA	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b> ORE BODY 15 ANEXO 4	REV.
<small>ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A</small>					



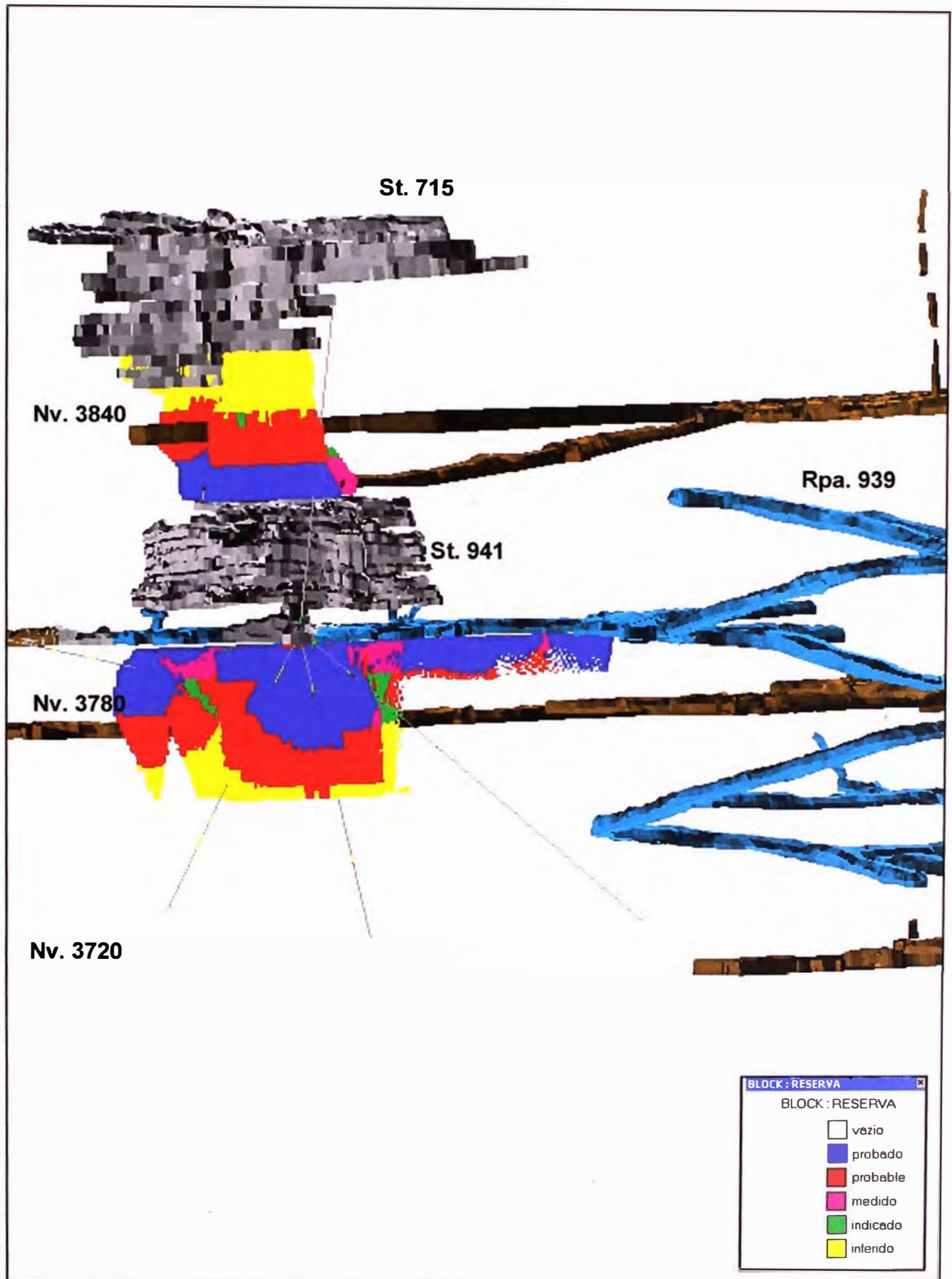
BLOCK : RESERVA	
BLOCK : RESERVA	
<input type="checkbox"/>	vazio
<input type="checkbox"/>	probado
<input type="checkbox"/>	probable
<input type="checkbox"/>	medido
<input type="checkbox"/>	indicado
<input type="checkbox"/>	inferido

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>		PLANO N° <b>14</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO ASESOR 2: CORMAHYA MAURICIO JOSÉ TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009		FECHA: JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
			ORE BODY 17	
<small>ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A</small>		ESCALA: SIN ESCALA	ANEXO 4	
			REV.	

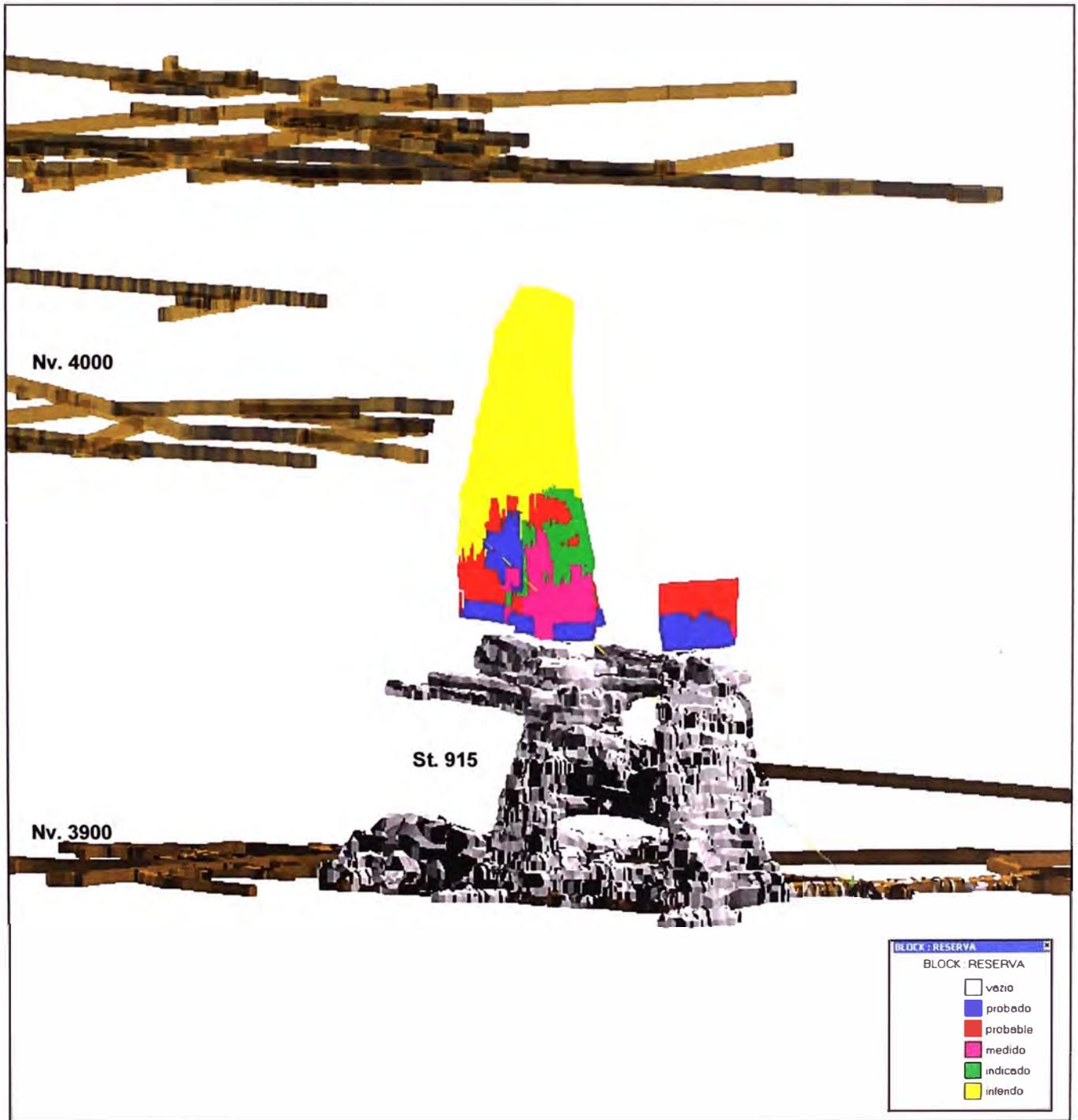


BLOCK RESERVA	
<input type="checkbox"/>	vazio
<input type="checkbox"/>	probado
<input type="checkbox"/>	probable
<input type="checkbox"/>	medido
<input type="checkbox"/>	indicado
<input type="checkbox"/>	inferido

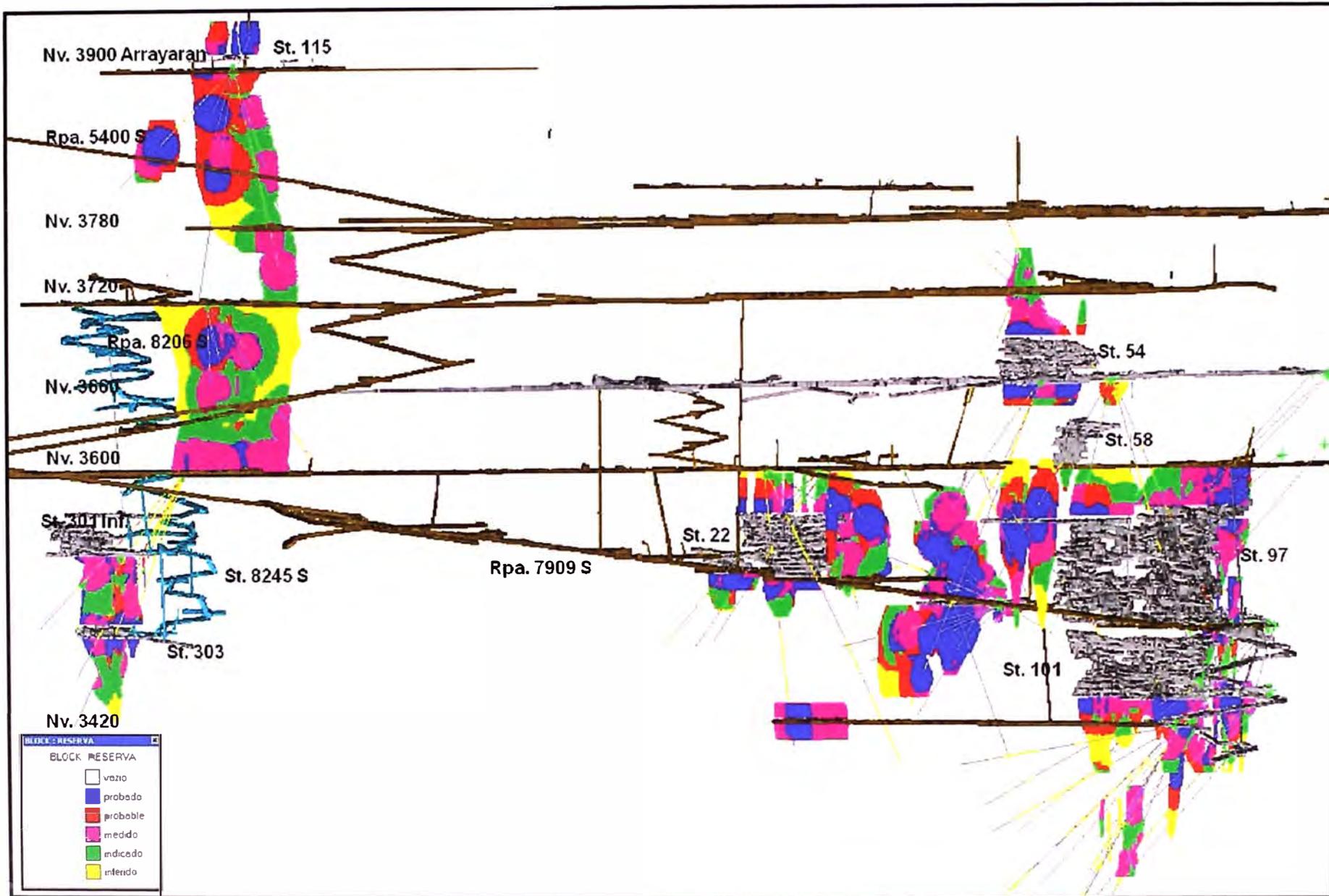
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			PLANO N° <b>15</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
DISEÑADO POR ASESOR 1: ASESOR 2: TESIS:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO CORIMANYA MAURICIO JOSÉ DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009		FECHA JUL-2010	TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS	
				VETA I	
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A			ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	<b>ANEXO 4</b>



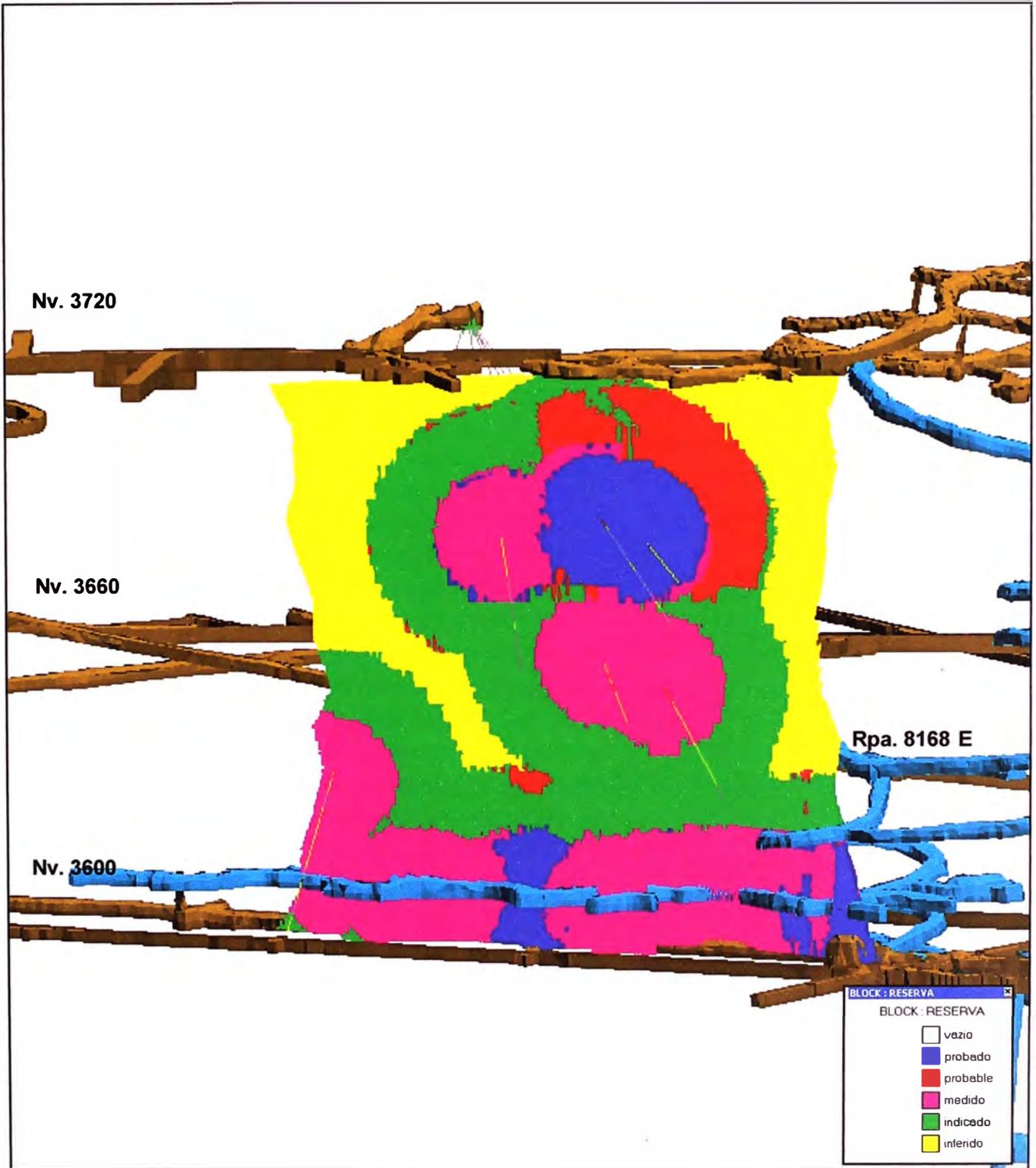
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>16</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR: ASESOR 1: ASESOR 2: TESIS:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO CORIMANYA MAURICIO JOSÉ DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009		FECHA: JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.		 	ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	<b>VETA SAN GERARDO</b>
				<b>ANEXO 4</b>	REV.



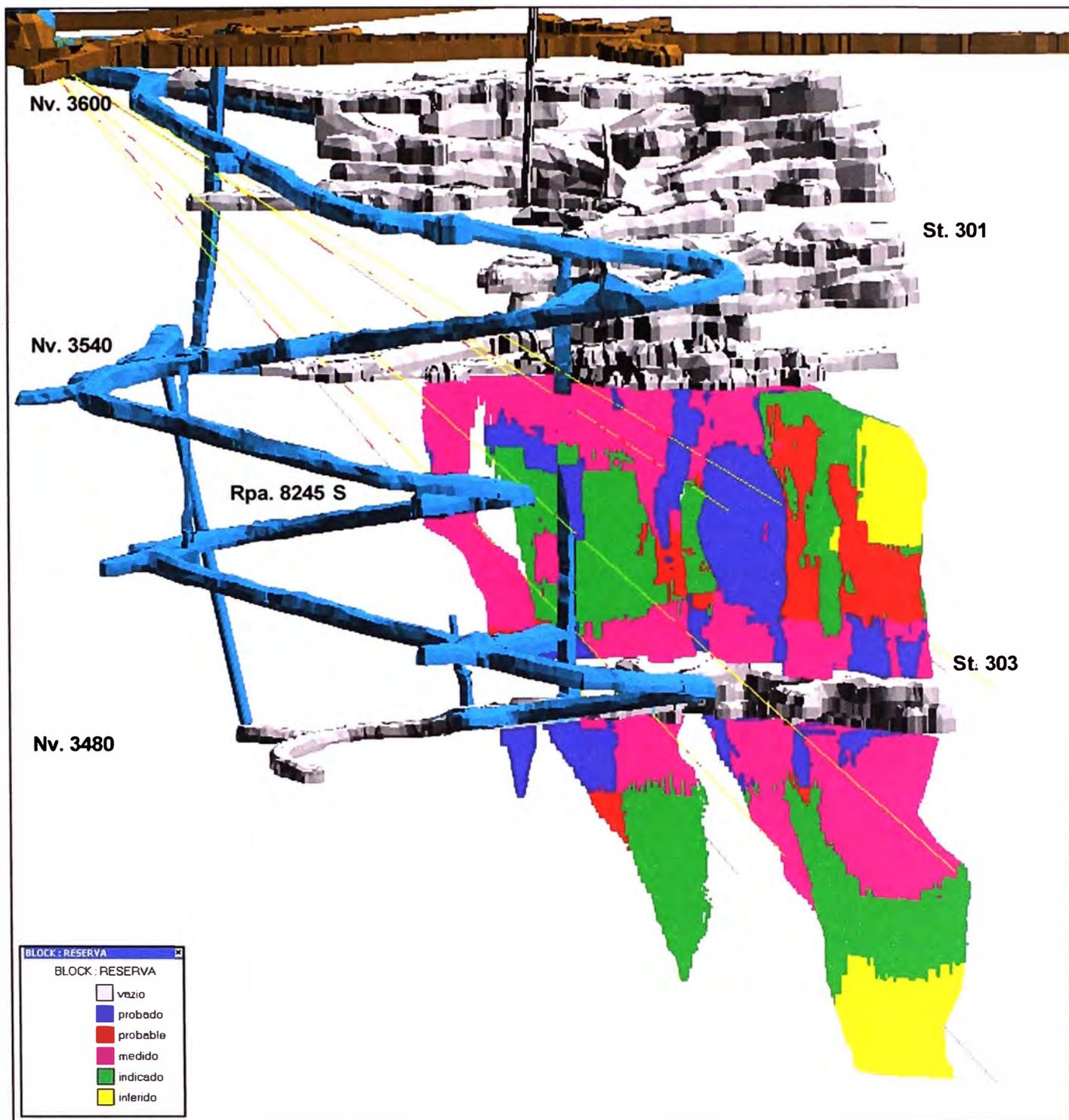
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANON° <b>17</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO ASESOR 2: CORMANYA MAURICIO JOSE TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009	FECHA JUL-2010		<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b> VETA T		ESCALA SIN ESCALA
<small>ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A</small>					REV.

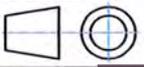


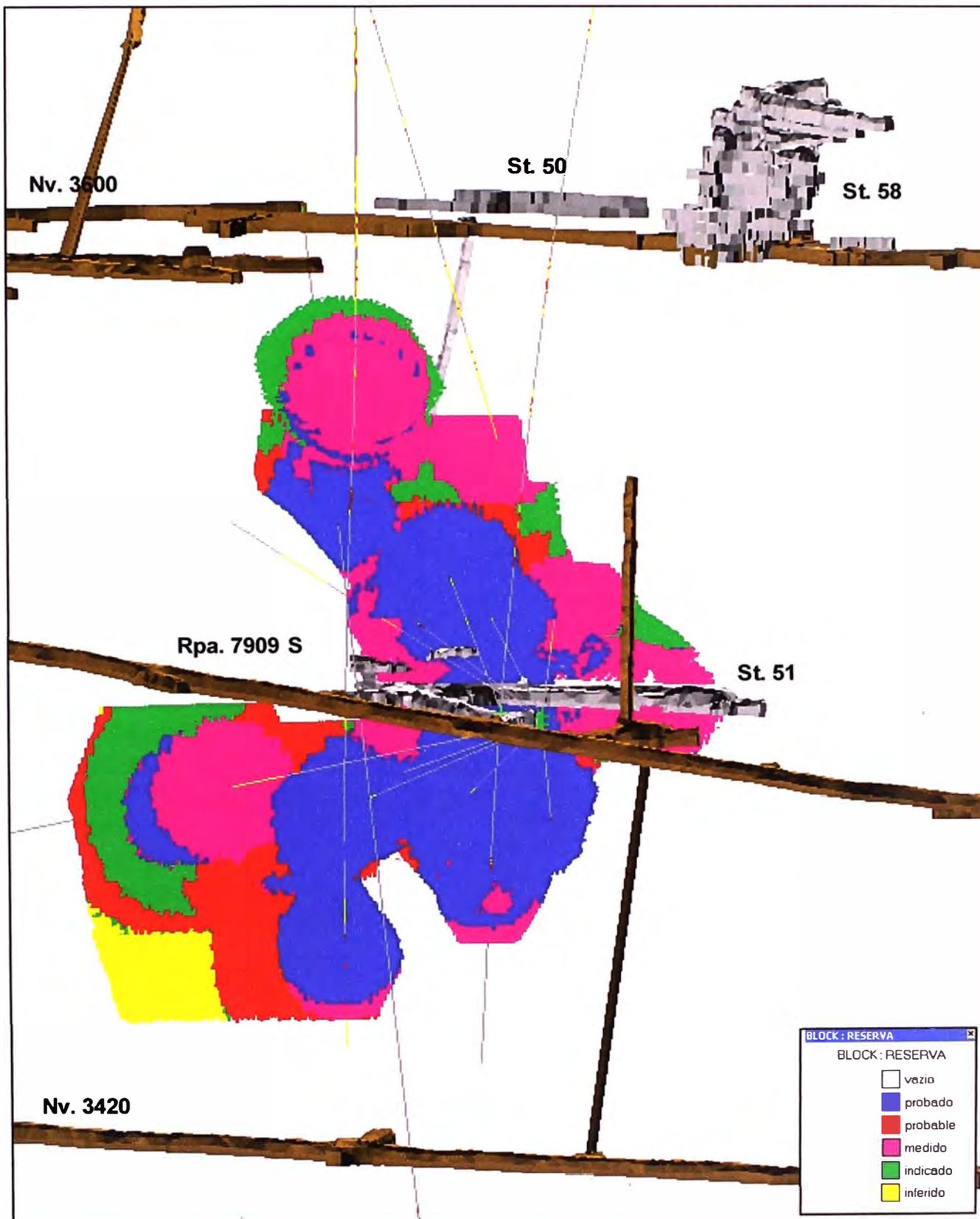
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N°	18	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b> DOMINIO 4
DISEÑADO POR	OLORTEGUI PACHECO YOHEL		FECHA	JUL-2010	
ASESOR 1	GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO		ESCALA		
ASESOR 2	CORMANYA MAURICIO JOSÉ			ANEXO	<b>ANEXO 5</b>
TESIS	DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCCHAS A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009				REV.
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCCHAS S.A.A					

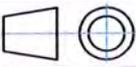


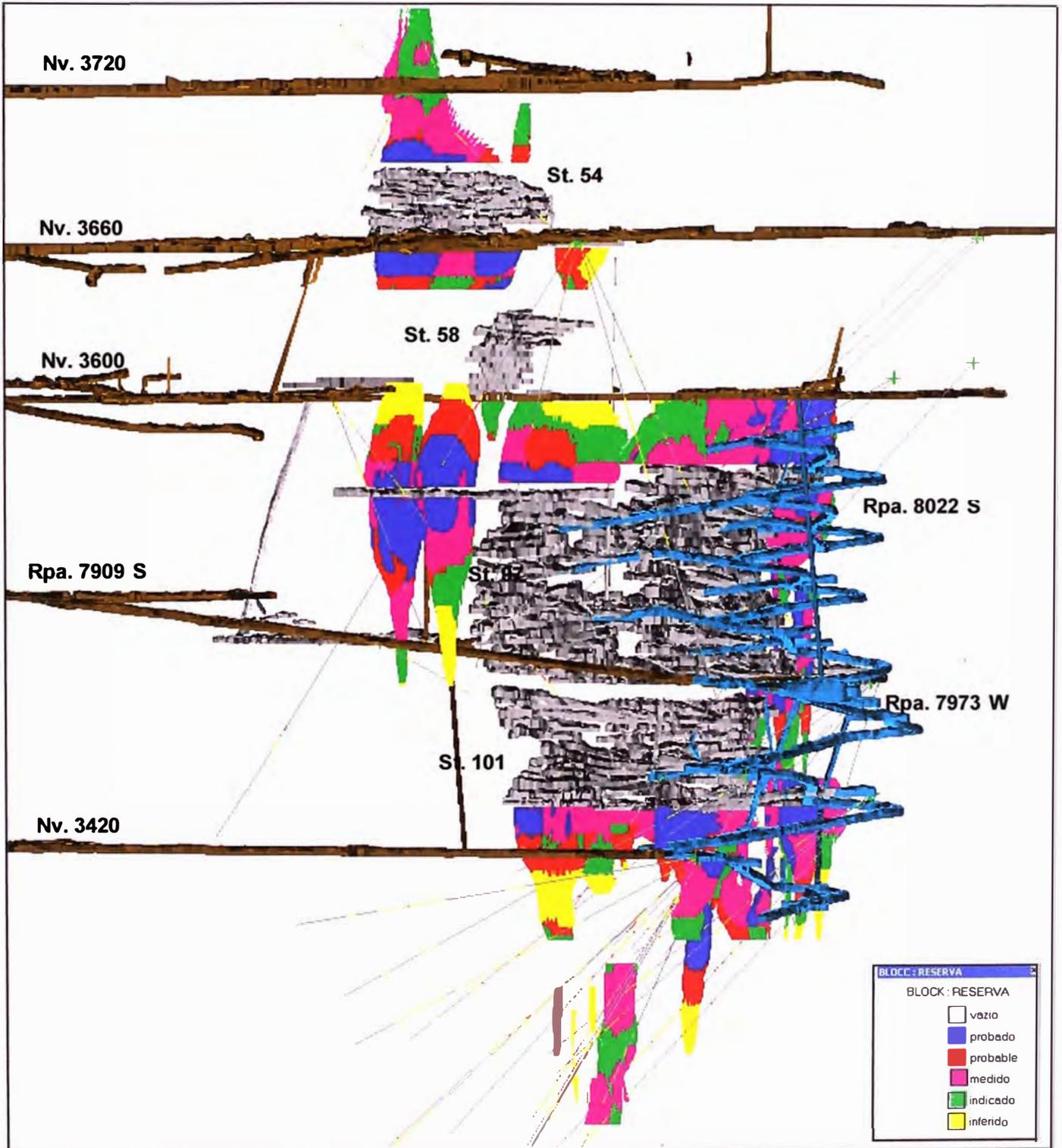
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>19</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO ASESOR 2: CORMANYA MAURICIO JOSÉ TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009			FECHA: JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
<small>ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A</small>			 	<b>ORE BODY ANITA</b>	
		ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	<b>ANEXO 5</b>	
					REV.

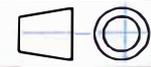


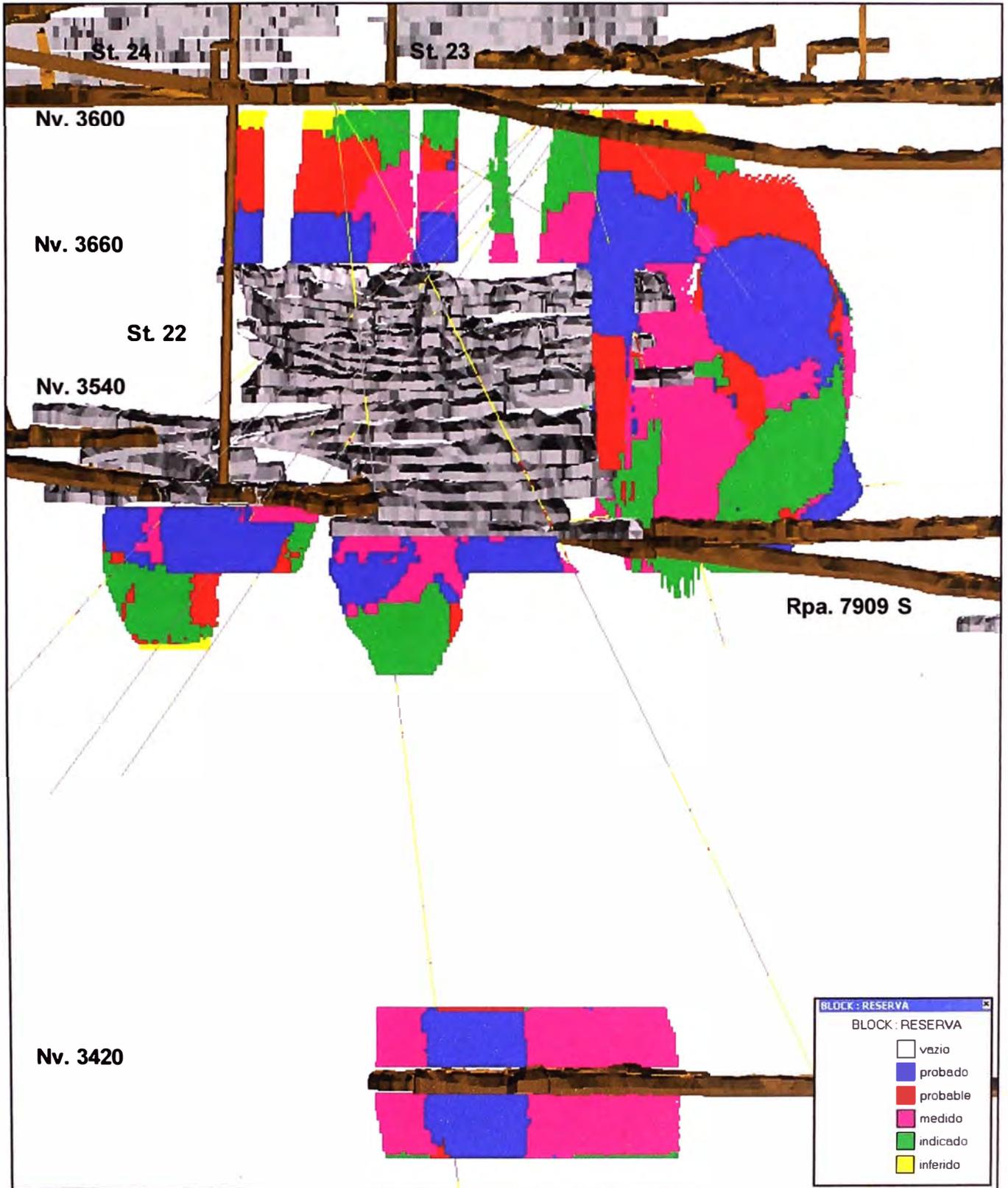
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>20</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>		
DISEÑADO POR: ASESOR 1: ASESOR 2: TESIS:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO CORMANYA MAURICIO JOSÉ DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2008		FECHA: <b>JUL-2010</b>	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>		
				<b>ORE BODY CRISTINA NOR ESTE</b>		
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A.A.			ESCALA: <b>SIN ESCALA</b>	ANEXO	<b>ANEXO 5</b>	REV.



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			PLANO N° <b>21</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
DISEÑADO POR: ASESOR 1: ASESOR 2: TESIS:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO CORBAMBA MAURICIO JOSE DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑIA MINERA ATACCOCHA S A A AL 31 DE MARZO DEL 2009		FECHA: JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b>	
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑIA MINERA ATACCOCHA S.A.A			ORE BODY DON FELIPE		REV.
			ESCALA <b>SIN ESCALA</b>	<b>ANEXO 5</b>	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA			PLANO N° 22	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	
DISEÑADO POR: ASESOR 1: ASESOR 2: TESIS:	OLORTEGUI PACHECO YOHEL GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO CORMANYA MAURICIO JOSÉ DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHAS A A AL 31 DE MARZO DEL 2009		FECHA JUL-2010	<b>TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS</b> ORE BODY PRADERA VASCONIA	
ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A		 ESCALA SIN ESCALA	ANEXO	ANEXO 5	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL  
 ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO  
 ASESOR 2: CORMANYA MAURICIO JOSE  
 TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A A AL 31 DE MARZO DEL 2009



PLANO N°

23

FECHA

JUL-2010



ESCALA

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

ORE BODY SANTA BÁRBARA

ANEXO

ANEXO 5

REV.

Nv. 3900  
ARRAYARAN

St. 115

Nv. 3720

BLOCK : RESERVA	
BLOCK : RESERVA	
	vazio
	probado
	probable
	medido
	indicado
	inferido

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL  
 ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO  
 ASESOR 2: CORMANHA MAURICIO JOSÉ  
 TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009



PLANO N°  
24

FECHA:  
JUL-2010



ESCALA  
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

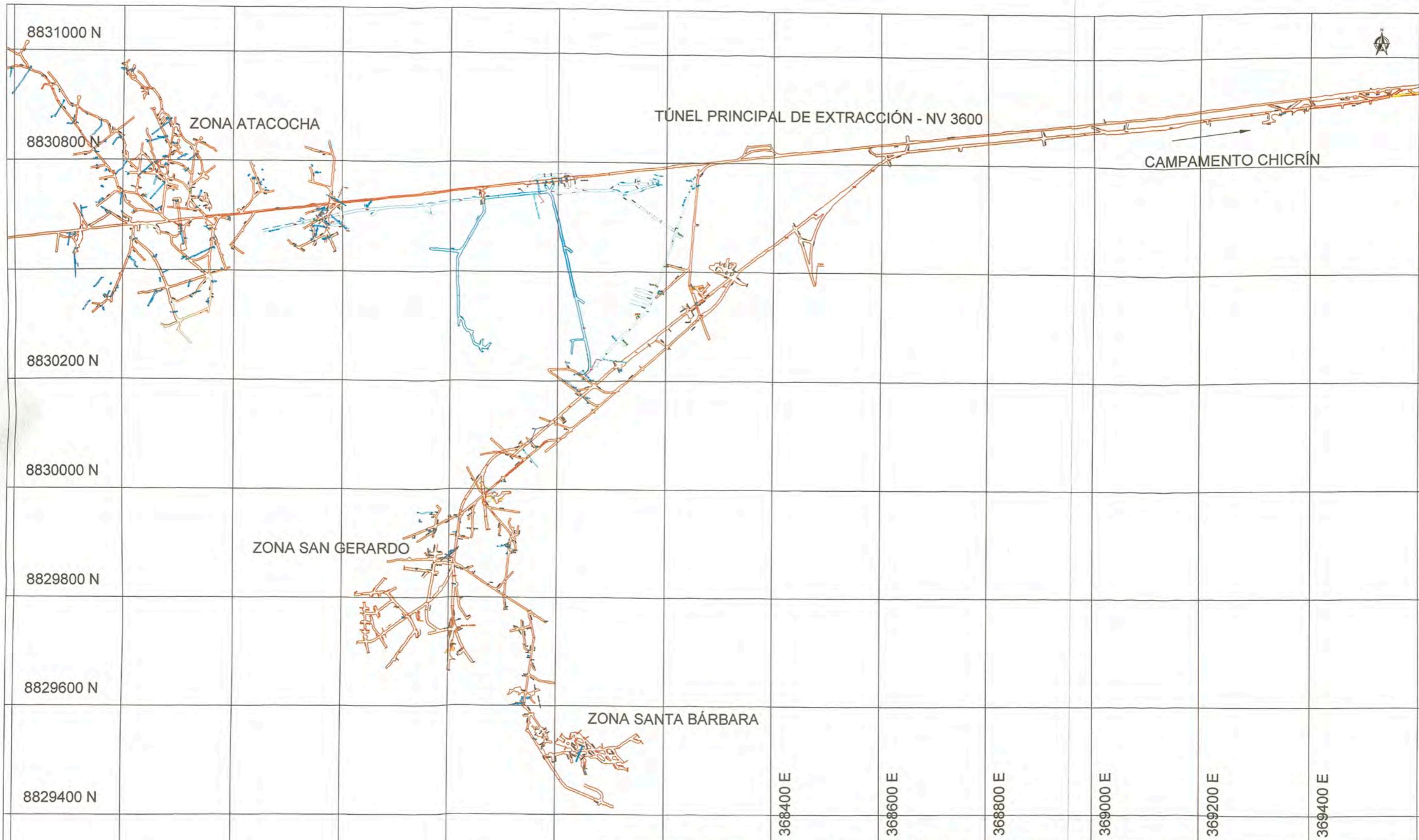
TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO DE MINAS

ORE BODY SAN PEDRO

ANEXO

ANEXO 5

REV.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

DISEÑADO POR: OLORTEGUI PACHECO YOHEL  
 ASESOR 1: GRIMALDO ZAPARA FRANCISCO  
 ASESOR 2: CORIMANYA MAURICIO JOSÉ  
 TESIS: DETERMINACIÓN DE LA LEY DE CORTE, VALOR DE MINERAL Y ESTIMACIÓN DE RESERVAS APLICADO EN COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A AL 31 DE MARZO DEL 2009

ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO: YOHEL OLORTEGUI PACHECO - MUPD S.A.A



PLANO N° 25  
 FECHA: JUL-2010  
 ESCALA: 1/4000

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS**

DISTRIBUCIÓN DE LA MINA ATACOCHA POR SECTORES

REV. ANEXO 6

A partir de la base de Recursos:

<b>Categoría</b>	<b>TMS</b>	<b>Oz/TM Ag</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>	<b>% Pb</b>
Medido	1,717,176	1.18	5.77	0.28	0.52
Indicado	1,469,833	1.40	6.11	0.28	0.59
Inferido	1,262,411	1.73	5.94	0.30	0.61
<b>Total general</b>	<b>4,449,420</b>	<b>1.41</b>	<b>5.93</b>	<b>0.29</b>	<b>0.57</b>

El tonelaje y las leyes de Recurso de mineral se encuentran insitu en el terreno es decir no han sido afectados por los factores de Dilución y Recuperación de mineral porque no se ha realizado la explotación.

<b>UM Atacocha al 31 Marzo del 2009</b>						
<b>Categoría</b>	<b>Cut Off - NSR = 24.57 US \$/t = 3.55%Zn Eq.</b>					
	<b>t</b>	<b>Oz Ag/t</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Cu</b>	<b>US\$/t</b>
Reserva Probada	1,431,586	0.91	0.49	4.98	0.29	46.81
Reserva Probable	1,329,973	1.03	0.51	5.25	0.29	49.46
<b>Total Reserva</b>	<b>2,761,559</b>	<b>0.97</b>	<b>0.50</b>	<b>5.11</b>	<b>0.29</b>	<b>48.08</b>

Las Reservas probadas y probables provienen de los recursos medidos e indicados, los recursos inferidos permanecen intactos, (según código JORC). Para la estimación de Reservas se hace una simulación del proceso minero – metalúrgico es decir el tonelaje y las leyes de los recursos medidos e indicados que pasan a ser reservas serán afectadas por unos factores de dilución y recuperación de mineral.

Por tal razón en el Cuadro N° 6.8.1-I se observa que las leyes de los recursos inferidos son mayores que las reservas probadas.