

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Evaluación geológica para el cálculo de reservas y
estimación de recursos minerales del prospecto minero
Calmar**

Alan Berzelius Blas Celis
Erick Thales Damián Zavala

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Ing. Jesús Fernando Martínez Ildefonso

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darnos el conocimiento necesario para cumplir este objetivo.

A nuestros padres, por su dedicación y recomendaciones para formarnos como buenos profesionales.

A la universidad Continental, por formarnos con calidad.

A los docentes de la EAP de Ingeniería de Minas, por brindarnos los mejores conocimientos necesarios para nuestra formación como Ingeniero de Minas.

DEDICATORIA

Yo, Alan, dedico esta tesis a mis padres: Máximo Blas Estrella y Ema Celis Chacón, y a mi amada esposa Elva Jiménez Almerco.

Yo, Erick, dedico esta tesis a mis padres: Zenón Cirilo Damián Inga y Luisa Elena Zavala Rojas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	I
ASESOR.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	14
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	14
1.1.1 Planteamiento del problema	14
1.1.2 Formulación del problema.....	15
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo general	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 Justificación	15
1.4 Hipótesis	16
1.4.1 Hipótesis general.....	16
1.4.2 Hipótesis específicas	16
1.5 Identificación de las variables	16
1.5.1 Variable Independiente	16
1.5.2 Variable dependiente	16
1.5.3 Matriz de operacionalización de variables.....	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Antecedentes del problema.....	18
2.2 Generalidades del prospecto minero Calmar	20
2.2.1 Ubicación y acceso.....	20
2.2.2 Propiedad minera	21

2.2.3 Clima y vegetación	22
2.2.4 Recursos hídricos	23
2.2.5 Recursos energéticos	24
2.3 Geología	24
2.3.1 Geología Local	24
2.3.2 Tipo de depósito	25
2.3.3 Mineralización	25
2.3.4 Exploración	25
2.3.5 Método de muestreo	25
2.3.6 Preparación de muestras y análisis	26
2.4 Reservas de mineral	26
2.4.2 Clasificación de bloques	29
2.4.3 Dilución	37
2.4.4 Inventario de mineral	37
2.4.5 Muestreo	40
2.4.5.1 Generalidades	40
2.4.5.2 Tipos de muestreo	42
CAPÍTULO III MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.1 Método y alcances de la investigación	47
3.1.1 Método de la investigación	47
3.1.2 Alcances de la investigación	47
3.2 Diseño de la investigación	47
3.3 Población y muestra	48
3.3.1 Población	48
3.3.2 Muestra	48
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos	48
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos	48
CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	49
4.1 Recurso mineral y estimación de reservas	49
4.2 Perfiles litoestratigráficos	51
4.3 Columnas litoestratigráficas	56
4.3.1 Columna litoestratigráfica A	57

4.3.2 Columna litoestratigráfica B.....	58
4.3.3 Columna litoestratigráfica C	59
4.3.4 Columna litoestratigráfica D	59
4.3.5 Columna litoestratigráfica E.....	60
4.3.6 Columna litoestratigráfica F	60
4.3.7 Columna litoestratigráfica G	61
4.3.8 Columna litoestratigráfica H	62
4.3.9 Columna litoestratigráfica I	63
4.3.10 Columna litoestratigráfica J	63
4.4 Cálculo de reservas del prospecto calmar	64
4.5 Resumen del total de reservas del prospecto calmar	65
4.6 Vistas fotográficas	66
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	17
Tabla 2. Accesibilidad al prospecto minero Calmar	21
Tabla 3. Coordenadas UTM de la concesión minera San Ricardo 2019.....	21
Tabla 4. Bloque Oeste.....	64
Tabla 5. Bloque Este-Norte	64
Tabla 6. Bloque Este-Sur	65
Tabla 7. Resumen del total de reservas del prospecto Calmar	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la concesión minera San Ricardo 2019, en donde se encuentra el prospecto minero Calmar.....	21
Figura 2. Resumen del derecho minero San Ricardo 2019	22
Figura 3. Clima y vegetación del prospecto minero Calmar.....	23
Figura 4. Mapa geológico del prospecto minero Calmar	25
Figura 5. Muestreo de afloramiento, prospecto Calmar	42
Figura 6. Bloque de roca con muestreo tipo canal	43
Figura 7. Muestreo tipo canal	44
Figura 8. Muestreo tipo Chip Rock	45
Figura 9. Muestreo tipo trinchera.....	46
Figura 10. Mapa de ubicación de perfiles litoestratigráficos - Mapa de distribución de bloques para el cálculo de reservas.....	50
Figura 11. Histograma de CaO del Proyecto Calmar	51
Figura 12. Perfil litoestratigráfico A.....	51
Figura 13. Perfil litoestratigráfico B.....	52
Figura 14. Perfil litoestratigráfico C	52
Figura 15. Perfil litoestratigráfico D	53
Figura 16. Perfil litoestratigráfico E.....	53
Figura 17. Perfil litoestratigráfico F.....	54
Figura 18. Perfil litoestratigráfico G	54
Figura 19. Perfil litoestratigráfico H	55
Figura 20. Perfil litoestratigráfico I	55
Figura 21. Perfil litoestratigráfico J	56
Figura 22. Columna litoestratigráfica A.....	57
Figura 23. Columna litoestratigráfica B.....	58
Figura 24. Columna litoestratigráfica C	59
Figura 25. Columna litoestratigráfica D	59
Figura 26. Columna litoestratigráfica E.....	60
Figura 27. Columna litoestratigráfica F.....	60
Figura 28. Columna litoestratigráfica G	61
Figura 29. Columna litoestratigráfica H	62

Figura 30. Columna litoestratigráfica I	63
Figura 31. Columna litoestratigráfica J	63
Figura 32. Parte superior del perfil “B”, donde se tomó la muestra N°21	66
Figura 33. Último tramo del perfil “A”, donde se tomó la muestra N°13	66
Figura 34. Vista panorámica del afloramiento del perfil “C”	67
Figura 35. Tramo de la muestra N°44 del perfil “E”	67
Figura 36. Perfil “G”, Muestra N°55	68
Figura 37. Tramo de calizas cavernosas del perfil “H”, muestra N°71.....	68

RESUMEN

Esta tesis tiene por finalidad, la evaluación geológica del prospecto minero Calmar, para saber si es factible o no su explotación.

El método de la investigación utilizado fue el método deductivo y analítico. El tipo de investigación es la aplicada

El nivel de investigación es descriptivo, porque se describen los datos y características del fenómeno o población estudiada. Responde a las preguntas: ¿qué, ¿quién, ¿dónde, ¿cuándo y cómo?

El diseño de la investigación es descriptivo, pues se plantean a manera de objetivos.

Se dividió el trabajo en capítulos:

Capítulo I: Planteamiento del estudio.

Capítulo II: Marco teórico.

Capítulo III: Metodología de la investigación.

Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados.

Palabras clave: evaluación, geológica, prospecto, minero.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is the geological evaluation of the Calmar mining prospect, to know if its exploitation is feasible or not.

The research method used was the deductive and analytical method. The type of research is applied.

The level of research is descriptive, because the data and characteristics of the phenomenon or population studied are described. Answer the questions: what, who, where, when and how?

The research design is descriptive, since they are presented as objectives. The work was divided into chapters.

Chapter I: Approach of the study.

Chapter II: Theoretical framework.

Chapter III: Research methodology.

Chapter IV: Analysis and interpretation of results.

Keywords: Evaluation, geological, prospect, mining.

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se describe la evaluación geológica para calcular las reservas y estimar los recursos minerales del prospecto minero Calmar.

Se describe en forma general, los aspectos geográficos y geológicos del lugar, en donde está ubicado dicho prospecto. Se describe la propiedad minera y la metodología a emplearse para desarrollar la presente tesis.

Se realiza una descripción del clima, la vegetación y la geomorfología que se tiene en el área del prospecto. Se presenta todos los recursos que se tienen: recursos hídricos, energéticos, etc.

Además, se describe la geología y el tipo de yacimiento del prospecto.

También, se desarrolla los tipos de muestreo y las áreas en donde se realizaron los mismos para identificar los paquetes mineralizados y sus leyes para, finalmente, realizar el cálculo de las reservas y estimar los recursos minerales, con ayuda de normas de cubicación y fórmulas matemáticas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

Todos los días se requieren en el mundo una mayor cantidad de materias primas como consecuencia del constante incremento de la población mundial. Dentro de estas materias primas, están los minerales y metales. Motivo por el cual, el cateo, prospección, exploración y evaluación de prospectos mineros metálicos y no metálicos se incrementa en todo el planeta, para así poder encontrar y poner en producción estos yacimientos. Por ello, la presente investigación está enfocada en la evaluación geológica del prospecto minero Calmar para poder estimar sus recursos minerales, y calcular sus reservas.

Para la investigación y evaluación de los yacimientos y poder clasificarlas y determinar las reservas y los recursos se tiene que recurrir a las técnicas geológicas. Así, se puede obtener muestras representativas, recopilar datos geométricos y leyes de los afloramientos y depósitos, porque los datos estructurales más precisos y su relación con la mineralogía y sus leyes son determinantes.

También, las técnicas de modelización de yacimientos, los modelos geológicos y la morfología y distribución de leyes entre los modelos descritos le dan más importancia al modelo de bloques.

Se presenta, también, la interpolación de leyes dentro del yacimiento, las fases de construcción de los modelos y las ventajas e inconvenientes que plantea cada uno de ellos. Asimismo, se presenta la modelización y se mencionan breves ideas sobre los modelos económicos para la evaluación y explotación de las reservas.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1 Problema general

¿De qué manera la evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar?

1.1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera la evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas del prospecto minero Calmar?
- ¿De qué manera la evaluación geológica será factible para la estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar si la evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar si la evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas del prospecto minero Calmar.
- Determinar si la evaluación geológica será factible para la estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar.

1.3 Justificación

La presente tesis tiene como finalidad estimar recursos, cubicar reservas, para ver si es factible, o no, poner en explotación el prospecto minero Calmar.

El propósito del presente trabajo es evaluar y demostrar el potencial de la mineralización económica en las que se justifique realizar, en el futuro, estudios geológicos más detallados y darle más valor al prospecto.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar.

1.4.2 Hipótesis específicas

- La evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas del prospecto minero Calmar.
- La evaluación geológica será factible para la estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar.

1.5 Identificación de las variables

1.5.1 Variable Independiente

Evaluación geológica

1.5.2 Variable dependiente

Cálculo de reservas y estimación de recursos minerales

1.5.3 Matriz de operacionalización de variables

Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
V.I.: Evaluación geológica	Es evaluar el tipo de yacimiento, tipo de rocas, alteraciones, tipos de mineral, dimensiones del mineral, leyes, etc.	Evaluación de los mantos	• Dimensiones de los mantos (en m) • Leyes de caliza (en %)
		Evaluación del afloramiento	• Dimensiones del afloramiento (en m) • Leyes de caliza (en %)
V.D.: Cálculo de reservas y estimación de recursos minerales	Es determinar la cantidad de reservas de mineral (parte económicamente explotable de mineral, que podría justificar razonablemente su extracción.) y de recursos de mineral (concentración u ocurrencia de mineral en forma y cantidad en que haya probabilidades de una eventual extracción económica).	Reservas probadas	• Tonelaje de caliza • Leyes de caliza (en %)
		Reservas probables	• Tonelaje de caliza • Leyes de caliza (en %)
		Recursos potenciales	• Tonelaje de caliza • Leyes de caliza (en %)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes nacionales

a) Tesis titulada: *“Estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe”*. El objetivo de la investigación fue realizar la estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe. La investigación surgió de la observación de un problema vinculado a la falta de un estudio técnico sobre la cantidad de reservas existentes. (1)

La metodología fue el método analítico y técnicas como observación y análisis documental junto a instrumentos empleados como guías de observación. Las conclusiones fueron que existe un total de 16,203.14 m³ de reservas probadas entre grava y arena, asimismo 87,900.44 m³ de reservas probables del mismo material, todos estos resultados se presentan por medio de tablas e imágenes enumeradas, cada una con sus respectivos análisis que contribuyeron a comprobar la hipótesis: Si se realiza una estimación de reservas por el método de los perfiles se determinará la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe. (1)

- b) Tesis titulada: "*Evaluación de las canteras de la provincia de San Martín para su utilización en obras civiles*". El objetivo de la investigación fue evaluar las diferentes canteras ubicados dentro de la provincia de San Martín, para determinar mediante ensayos de laboratorio, las diferentes características físicas y mecánicas de los mismos, y así obtener la calidad y potencial del tipo de material utilizado para distintas obras en la provincia. (2)

La metodología fue el diseño experimental de la investigación, diseño de instrumento, procesamiento de información (análisis cuantitativo, análisis cualitativo). Las conclusiones fueron, que las canteras que se explotan en la provincia de San · Martín son geológicamente de origen fluvial - aluvial, cuyo autoabastecimiento se debe al recorrido que sufre por las corrientes de agua de los ríos que los contiene. (2)

- c) Tesis titulada "*Optimización del plan de minado de cantera de caliza La Unión distrito de Baños Del Inca –Cajamarca*" 2015". El objetivo de la investigación fue evaluar las características geomecánicas del yacimiento, reservas minerales. (3)

Las conclusiones fueron, que el macizo rocoso de calizas es una roca de calidad regular con una densidad en banco de 2.51 t/m^3 , con una potencia del estrato de 4.00 m a 5.00 m aproximadamente, las reservas minerales de cantera de caliza La Unión distrito Baños del Inca - Cajamarca es 855972.00 TM. (3)

2.1.2 Antecedentes internacionales

- a) Informe titulado: "*Diagnóstico geológico minero ambiental de las canteras de caliza en el departamento del Cesar*". El objetivo del trabajo fue brindar un soporte a las canteras para mejorar y analizar las dificultades que estas han estado presentando en la parte geológica, minera y ambiental, conocer si en la minería a mediana escala se están haciendo los estudios geológicos pertinentes, además, comparar los métodos de explotación de la caliza y determinar los impactos ambientales generados. (4)

La metodología fue Investigación cuantitativa y se rige bajo la correlación bibliográfica y empleo de lista de chequeo. Las conclusiones fueron, que las canteras emplean los estudios geológicos de acuerdo con su necesidad, además de que el método de explotación más recomendado es el de banco escalonado descendente. Así mismo, se identificó, que en la etapa en la que se presenta más impacto es en la de construcción y montaje. (4)

b) Tesis titulada: “*Mejoramiento de la productividad en la compañía Mamut Andino S.A. en el área de explotación de caliza*”. El objetivo fue mejorar la productividad de la Compañía Mamut Andino S.A. en la explotación minera a cielo abierto, mejorar la productividad por medio de la disminución de los costos de operación y la optimización de los tiempos de producción de los equipos de carga y acarreo. (5)

Las conclusiones fueron: se incidió en la evaluación de la cantera, para incrementar la producción, se cambiaron algunos equipos, se entrenó a los operadores de equipos, se disminuyó los ciclos de trabajo para aumentar la producción. (5)

2.2 Generalidades del prospecto minero Calmar

2.2.1 Ubicación y acceso

El prospecto minero Calmar se encuentra ubicado en el anexo Pachachaca, distrito Yauli, provincia Yauli, departamento Junín. A una altitud entre 4200 a 4600 m s. n. m

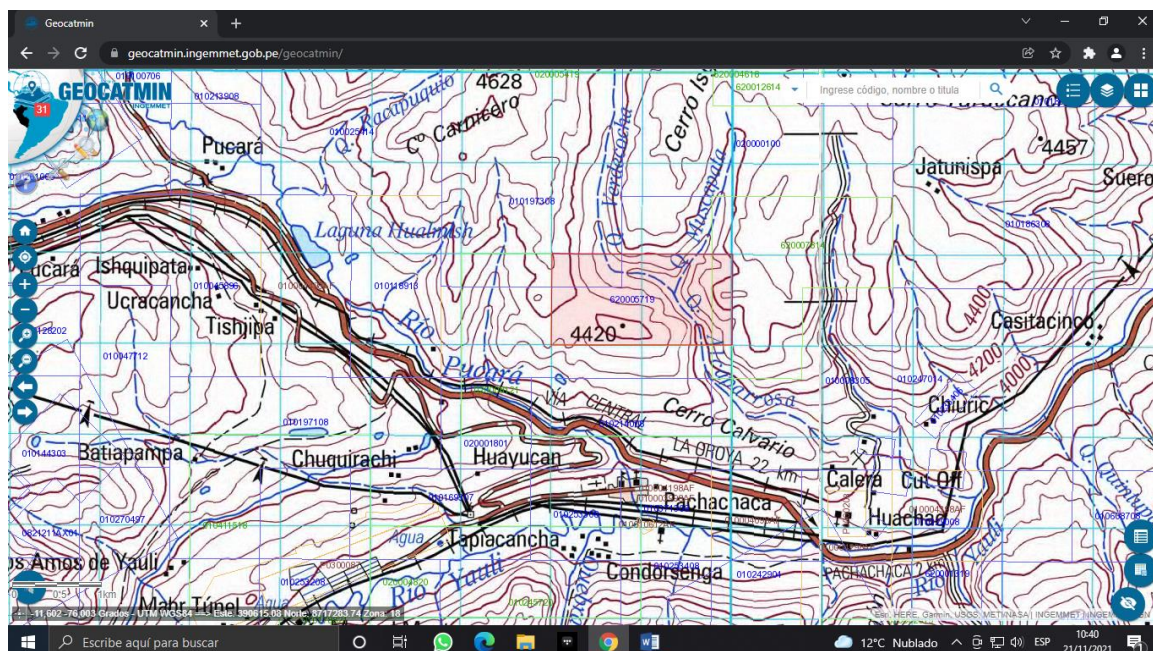


Figura 1. Ubicación de la concesión minera San Ricardo 2019, en donde se encuentra el prospecto minero Calmar
Tomado de GEOCATMIN

Tabla 2. Accesibilidad al prospecto minero Calmar

Tramo	km	Tiempo aproximado (h)	Tipo de vía
Lima-Morococha-Puente Pachachaca	157	4.00	Asfaltada
Puente Pachachaca-Prospecto	1	0.50	Trocha
Lima-Prospecto	158	4.50	

2.2.2 Propiedad minera

La propiedad minera está constituida por la concesión minera San Ricardo 2019, código 620005719, de 300 has.

Tabla 3. Coordenadas UTM de la concesión minera San Ricardo 2019

Vértice	Coordenadas WGS84	
	Norte	Este
1	8,718,000.00	390,000.00
2	8,717,000.00	390,000.00
3	8,717,000.00	388,000.00
4	8,718,000.00	388,000.00

Tomado de GEOCATMIN

RESUMEN DEL DERECHO MINERO

Datos Generales			
Código	620005719	Nombre	SAN RICARDO 2019
Fecha de Formulación	26/07/2019	Situación	VIGENTE
Procedimiento	TITULADO	Tipo	PETITORIO (D.LEG. 708)
Has. Formuladas	300.00	Sustancia	NO METALICA
Has. Rectificadas		Has. Formadas	
Has. Reducidas	200.00	Has. Disponibles	
Ubicación	REGION JUNIN desde el 26/07/2019		

Titular Referencial

Tipo	Nombre de Razón Social	Dirección	% Participación
NATURAL	FELIPE JAIME MARTINEZ RAMIREZ	JR. HUANCAS 337, DPTO. B	100
		JUNIN/HUANCAYO/HUANCAYO	

Demarcaciones

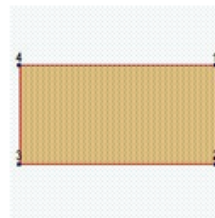
Departamento	Provincia	Distrito
JUNIN	YAULI	SANTA ROSA DE SACCO
JUNIN	YAULI	YAULI

Cartas

Código	Descripción	Zona UTM
24-K	MATUCANA	18

Coordenadas WGS84

Vértice	Norte	Este
1	8,718,000.00	390,000.00
2	8,717,000.00	390,000.00
3	8,717,000.00	388,000.00
4	8,718,000.00	388,000.00



Pagos

Nro. Recibo	Monto	Fecha Pago	Nro. Cuenta	Banco	Concepto
4230500700010	US \$/ 900.00	31/05/2019	070362957784	SCOTIABANK PERÚ S.A.A.	Vigencia
01180560700038 S/	420.00	31/05/2019	381021866	LA NACION	Trámite

Resoluciones

Nro. Resolución	Fec. Resolución	Decisión	Plazo
-----------------	-----------------	----------	-------

Fecha de emisión: miércoles 05 de enero del 2022

Fecha de emisión: miércoles 05 de enero del 2022

Figura 2. Resumen del derecho minero San Ricardo 2019
Tomado de GEOCATMIN

2.2.3Clima y vegetación

El clima de la zona, en donde está el prospecto, es típico de la sierra: frío y seco. Las lluvias, nevadas y granizadas son por lo general entre los meses de

diciembre a marzo; mientras que, de abril a noviembre, por lo general, es seco, con esporádicas lluvias, pero entre junio a agosto, hay fuertes heladas, bajando la temperatura hasta -10°C .

La fisiografía de la zona es de topografía abrupta y con cumbres elevadas, cuyas cotas son de 4200 a 4600 m s. n. m.

El prospecto Calmar, se ubica en la zona ecológica de Puna, con relieve relativamente suave, y con frecuentes heladas que imposibilitan cualquier tipo de agricultura.

La única vegetación está constituida por ichu, que le confieren alguna utilidad al pastoreo de ovinos y auquénidos.



Figura 3. Clima y vegetación del prospecto minero Calmar

2.2.4 Recursos hídricos

Por el lado este del prospecto Calmar discurre una quebrada sin nombre y por el lado oeste discurren las quebradas Muscapata y Alcaparrosa. Estas tres

quebradas desembocan en el río Yauli, 3 km aguas abajo, el cual desemboca en el río Mantaro.

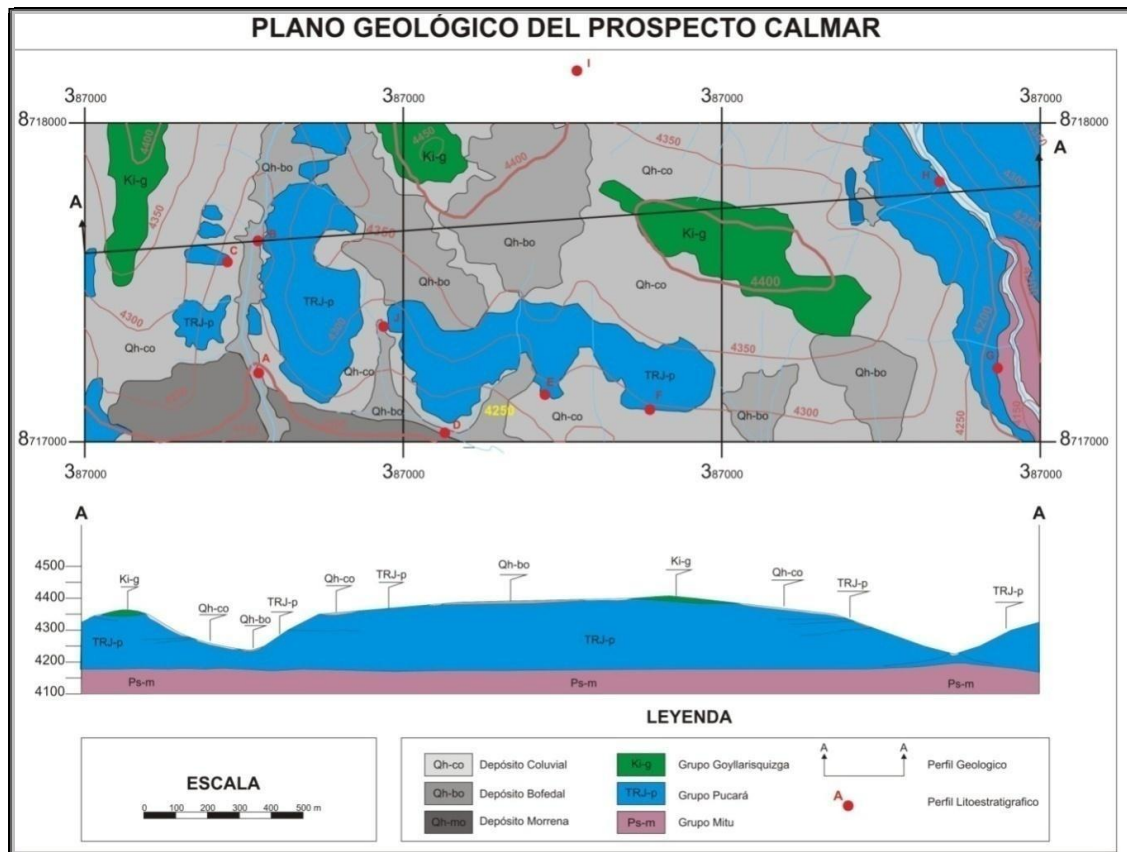
2.2.5 Recursos energéticos

La fuente de energía eléctrica es requerida para el desarrollo de actividades propias de minería como para servicios en campamento, actividades en operaciones y demás. Entonces considerando su importancia en el prospecto minero Calmar para futuros trabajos; la línea de alta tensión pasa por el lado sur de dicho prospecto.

2.3 Geología

2.3.1 Geología Local

El prospecto Calmar está en una zona cuyo basamento son areniscas brunáceas, volcanogénicas correspondiente al grupo Mitu, durante el Permo-triásico, en donde se emplazaron rocas carbonatadas del grupo Pucará del Jurásico-triásico, que viene a ser la formación principal para la exploración de buena caliza. Sobre estas rocas calcáreas se emplazan areniscas cuarzosas del grupo Goyllarisquisga del Cretáceo Inferior, que se encuentran bastante erosionadas. Finalmente, depósitos como coluviales, bofedales y aluviales del cuaternario que cubren gran parte de la zona de estudio. Este sector no presenta mucha deformación, observándose un fracturamiento que obedece más a un estilo tectónico de distensión.



**Figura 4. Mapa geológico del prospecto minero Calmar
Tomado de GEOCATMIN**

2.3.2 Tipo de depósito

Es un depósito sedimentario, de caliza

2.3.3 Mineralización

La mineralización es la calcita CaCO_3 . En la zona, esta calcita se presenta mejor en calizas del Grupo Pucará.

2.3.4 Exploración

Se realizaron 10 perfiles litoestratigráficos, de donde se interpretó 4 unidades, con características propias y son de la base al tope: a, b, c y d.

2.3.5 Método de muestreo

El muestreo es tipo fragmento de roca (rock chips) transversal a la estratificación, corrido hasta un cambio estratigráfico. Se consideró un peso aproximado entre 3 a 4 kg/muestra.

2.3.6 Preparación de muestras y análisis

Las muestras fueron analizadas en el centro de investigaciones mineras y metalúrgicas (CIMM), por óxido de calcio (CaO).

2.4 Reservas de mineral

2.4.1 Normas de cubicación (6)

Para conseguir un exitoso cálculo de las reservas para cualquier mina, se tiene en consideración los siguientes pasos: (6)

- Muestreo sistemático. (6)
- Corrección de leyes: erráticos, error de muestreo. (6)
- Dilución de leyes: ancho muestra, ancho mínimo explotación, tipo de cajas, sistema de explotación. (6)
- Dimensionar bloques de mineral: criterio geológico y geométrico.
- Inventario de minerales. (6)
- Clasificación de las reservas de minerales: certeza, accesibilidad, valor. (6)
- Determinar reservas minerales. (6)

El cálculo de tonelaje (reservas) se basa en un muestreo, el que figura en los planos. (6)

Realmente, la gran uniformidad de leyes evita el problema de los valores erráticos, es por esta razón que no se aplica castigo. El muestreo al efectuarlo sobre cuerpos más o menos uniformes en dureza y en ley, determina que los ensayos tengan poca variación, esto es comprobado por el muestreo de la zona. (6)

a) Determinación de la ley promedia (6)

La ley de cada block está dada por la suma de finos entre la suma de ancho. Entonces la ley de cada block, se calcula a partir de las leyes medias de los frentes expuestos que lo limitan, considerando igualmente que la ley promedio del block está en función a la longitud de sus lados, o sea: (6)

$$\text{Ley promedio} = \frac{\sum (L \times \text{ancho} \times \text{Ley})}{\sum (L \times \text{Ancho})}$$

b) Determinación de ancho promedio (6)

Para poder determinar el ancho promedio se suma los valores de ancho tomado en el muestreo y se divide entre el número de muestras. En seguida para el ancho de cada block se toman los anchos promedios de los lados que los limitan multiplicadas cada una por las longitudes consideradas (L), la sumatoria de estos productos se divide entre la sumatoria de las longitudes del periodo del block, o sea: (6)

$$\text{Potencia media} = \frac{\sum (L \times \text{Ancho})}{\sum L}$$

c) Cálculo de área (6)

El área de los blocks se ha determinado por procedimientos geométricos, y resulta de multiplicar el largo por el alto de cada block. (6)

d) Cálculo de volumen (6)

Los volúmenes fueron determinados multiplicando el área obtenida de los blocks por la potencia media de cada uno de ellos. Además, es importante tener un buzamiento. Asimismo, los blocks regulares se multiplican lado por lado para obtener el área; en los irregulares se aplica el planímetro sobre una sección longitudinal a escala. Entonces el volumen de los blocks se halla de la siguiente manera: (6)

$$\text{volumen} = \text{área} \times \text{potencia media}$$

Y finalmente, conociendo el peso específico del mineral, que ha sido obtenido por medios puramente geológicos, se puede fácilmente calcular el tonelaje del block, entonces: (6)

$$\text{tonelaje} = \text{volumen} \times \text{peso específico}$$

Las reservas del mineral se deben calcular sobre la base de toneladas métricas (t). Una vez analizadas las muestras tomadas y calculadas las leyes medias correspondientes, se procede a la fase de estimación de las reservas del yacimiento. Esta consiste en calcular, con el mínimo error posible, la cantidad de mineral existente en el yacimiento estudiado. (6)

Asimismo, las reservas que se estiman en esta fase inicial son las geológicas o in situ. Posteriormente, se tendrán en cuenta otros condicionamientos, como son los factores de diseño de la explotación, recuperación, dilución, elementos traza, etc. que definirán las denominadas reservas mineras, que generalmente son inferiores a las primeras. (6)

e) Métodos de estimación de las reservas (6)

Existen dos tipos de métodos, cuya idoneidad depende de las particularidades del yacimiento: (6)

Métodos clásicos o geométricos (6)

- Método de los perfiles (6)
- Método de la triangulación (6)
- Método de los polígonos (6)
- Método de las matrices de bloques (6)
- Método del inverso de la distancia (6)
- Método de los contornos (6)
- Método del reticulado (6)

Métodos geoestadísticos (6)

- Variable regionalizada (6)
- Semivariograma (6)
- Kriging (6)

En nuestro caso se ha utilizado los métodos clásicos o geométricos antes explicados. (6)

2.4.2 Clasificación de bloques (6)

2.4.2.1 Por su accesibilidad (6)

a) Mineral accesible (6)

Es aquella reserva constituida por bloques minerales que han sido reconocidos y/o desarrollados por labores subterráneas (galerías, chimeneas, subniveles) y/o complementados por sondajes, que generalmente están listos para entrar a la etapa de preparación y su consiguiente explotación económicamente. Constituyen reservas, cuando su valor está por encima de su costo total de operación. (6)

b) Mineral eventualmente accesible (6)

Es aquella reserva que no se encuentra expedita para su inmediata explotación, y está constituida por bloques minerales que comúnmente se hallan en la parte inferior del nivel más bajo, alejados de labores de desarrollo o con acceso truncado por derrumbes, bóvedas vacías, etc., por lo que requieren la apertura de nuevas labores o de rehabilitación de las existentes antes de iniciar su preparación. Constituyen reservas si sus costos de desarrollo y/o rehabilitación para hacerlas accesibles, están cubiertas por la diferencia del valor de los bloques de mineral y sus costos totales de operación. (6)

c) Mineral inaccesible (6)

Es aquel mineral cuya ubicación en el espacio es similar a lo indicado para el mineral eventualmente accesible, pero que requiere de la ejecución de las labores o rehabilitaciones para hacerlos accesibles y que es evidentemente muy costosa. Tal es el caso de bloques aislados (que en conjunto son de poco tonelaje), los ubicados debajo de una laguna o los situados en zonas cuya explotación afectará a instalaciones cercanas a piques, etc. En estas el costo/TCS de inversión necesaria para hacerles accesibles no es cubierto por el saldo entre valor del o de los bloques Inaccesibles/TMS y Cut-Off correspondiente. (6)

Este mineral no constituye reserva mineral, aunque su valor sea de mena o marginal; pero puede ser considerado un recurso mineral si el tonelaje es considerable (con bloques no aislados), porque una subida de precios o bajada de costos podría hacer económico su explotación, en cuyo caso se convertiría en

reserva mineral. Además, puede haber bloques submarginales y de baja ley inaccesibles, los cuales no constituyen ni reservas ni recursos minerales. (6)

2.4.2.2 Por su certeza geológica (6)

a) Probado (6)

Es aquella reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimados con un alto nivel de confianza. Su estimación se basa en una detallada y confiable información de exploración, muestreo y exámenes obtenida mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores subterráneas y sondajes. Los tonelajes y leyes son estimados sobre la base de los resultados de un detallado muestreo, en los cuales las muestras y mediciones están estrecha y sistemáticamente espaciadas, y en donde los caracteres geológicos están tan bien definidos de modo que el tamaño, forma y contenido de las reservas están bien determinados. (6)

En estas reservas no existe virtualmente riesgo de discontinuidad de la mineralización. La categoría de reserva mineral probado implica el más alto grado de confianza y certeza en la estimación, con las expectativas consiguientes que se puedan formar los lectores del informe. (6)

En caso de estructuras tabulares y cuerpos mineralizados elongados, cuando el yacimiento ha sido desarrollado mediante labores subterráneas, para la estimación de reservas, se separa en bloques de mineral. Puede haber bloques de uno (incluye afloramiento) o más caras muestreadas, el cual depende de la cantidad de labores con que se dimensiona cada bloque. (6)

Cuando el mineral ha sido desarrollado con una sola labor (incluye afloramiento), la altura del bloque variará de acuerdo con la longitud mineralizada de esa labor o afloramiento. Así para longitudes entre 10 m y 25 m, la altura será de 5 m; para longitudes entre 25 m y 100 m, la altura será el 20 % de esa longitud; y para longitudes mayores a 100 m, la altura será de 20 m. (6)

Cuando hay dos o más bloques contiguos con valores de mena o de marginal, pero de diferente ley (uno con más leyes que el otro), para definir la altura, se tendrá en cuenta la suma de las longitudes correspondientes. Estas medidas son aplicables si no se tienen sondajes complementarios ni interpretación geológica (estructural, mineralógica y curva de isovalores), ni definición de rangos verticales de la mineralización, ni estudios geoestadísticos, etc. Por ejemplo, si el fracturamiento premineral a lo largo del cual se emplazó la mineralización, tuvo movimiento horizontal o vertical o ambos, el rango vertical de mineralización estaría relacionado a este aspecto, por lo que las alturas de los bloques de una sola labor estarían supeditado a la interpretación respectiva. (6)

Para dos o más labores, que limitan los bloques cuando hay sondajes complementarios, la altura de bloques tanto probados como probables serán mayores que si no los hubiera. Se deben hacer curvas de isovalores, por que con estas se definen los bloques probados, probables, inferidos y potenciales, siguiendo la tendencia de la franja. (6)

En el caso de cuerpos mineralizados irregulares, desarrollados en un solo nivel, la altura del bloque estará en relación con la longitud del eje mayor. (6)

En caso de no definirse un eje mayor por la irregularidad del cuerpo, la altura será igual a la mitad de la raíz cuadrada del área del cuerpo en ese nivel. Para dos o más labores, considerando los niveles de desarrollo, más información de sondajes complementarios, etc., la altura de los bloques son mayores que en el caso de no haber sondaje, o puede formarse un solo bloque probado entre niveles. (6)

Además, en depósitos diseminados la estimación de reservas probadas y probables está basado principalmente en los resultados de los sondajes suficiente y sistemáticamente espaciados. Comúnmente la delimitación de bloques y estimación de Reservas Minerales se hacen usando la geoestadística. Asimismo, el coeficiente de certeza para el mineral probado es de 100 %. (6)

b) Probable (6)

Es aquella reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimados con un razonable nivel de confianza. Su estimación se basa en informaciones de exploración, muestreos y exámenes obtenidos mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores subterráneas y sondajes. Los tonelajes y leyes son estimados sobre la base de los resultados de las muestras que están más espaciadas que en el caso de reservas probadas o inapropiadamente espaciadas como para confirmar la continuidad geológica y/o de ley, pero este espaciamiento es suficiente como para asumir dicha continuidad. (6)

Asimismo, el grado de confianza y de certeza es lo suficientemente alto para asumir la continuidad, pero el riesgo de discontinuidad es mayor que el del mineral probado. Generalmente (no necesariamente) se delinea en la continuación del mineral probado, con una altura igual o menor que este mineral probado. algunas veces se delimitan, además de dimensionarse en la continuación de bloques probados, o debajo de afloramientos con muestras inapropiadamente pero suficientemente espaciadas, mediante sondajes complementarios, también sistemática y suficientemente espaciados, y en número suficiente, en cuyo caso la altura va a corresponder a la extensión que abarcan los sondajes. (6)

Entonces, el tonelaje se estimará sobre la base de la información del mineral probado correspondiente o de los afloramientos respectivos, y la de los sondajes. La ley se estimará ponderadamente con estas informaciones. Cuando se tienen curvas de isovalores, estas definen los bloques probados, probables, inferidos y potenciales. (6)

Asimismo, el coeficiente de certeza aplicable al tonelaje de la reserva mineral probable es más bajo que el de los minerales probados pero lo suficientemente alto para asumir su continuidad. Para los efectos de nuestras estimaciones se consideran entre 90% y 100%, siempre y cuando la altura del bloque sea igual que el del Probado correspondiente; esto depende de la regularidad de la

mineralización. Los Bloques Probables se pintan achurados con líneas inclinadas a la izquierda, del color correspondiente a su valor. (6)

c) Posible (6)

Es aquella parte de un recurso mineral, cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con un bajo nivel de confianza. Es estimado e inferido a partir de evidencias geológicas, y la continuidad geológica y la ley es asumida pero no verificada. Está basado en la información obtenida de afloramientos, trincheras, tajos, labores y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confianza inciertas. (6)

Asimismo, la categoría de inferido tiene la intención de informar situaciones donde una concentración y ocurrencia de mineral ha sido identificado, y se ha completado limitadas mediciones y muestreos, pero donde los datos son insuficientes para permitir la continuidad geológica y/o de ley, sea interpretado confiablemente. Comúnmente sería razonable esperar que la mayoría de los recursos minerales inferidos pudieran pasar a ser recursos minerales indicados con una exploración continua. Sin embargo, debido a la incertidumbre del recurso mineral inferido, no se asumirá que tal cambio siempre ocurrirá. (6)

También, la confianza en la estimación de recursos minerales inferidos usualmente no es suficiente como para permitir que los resultados de la aplicación de los parámetros técnicos y económicos sean usados en un planeamiento detallado. Por esta razón no hay relación directa entre un recurso inferido y alguna categoría de reservas minerales. Además, la estimación de este recurso se basa también en la continuidad asumida o de repetición de evidencias geológicas favorables que a continuación se dan: a) diagramas de curvas de isovalores b) aislados sondajes c) áreas de influencia de recursos indicados o de reservas probables d) Indicios de buena valorización en afloramientos con muestreos muy espaciados en trincheras, labores, tajos, etc. (6)

Generalmente se les dimensionan en la extensión inmediata no explorada de uno o varios bloques de Reservas probables o de recursos indicados con valores de mena o marginal. Asimismo, se delinean con la información de uno o más

sondajes muy espaciados y/o combinando ambas situaciones. Otras veces se delimitan a partir de afloramientos muestreados en trincheras y cateos, en los cuales los resultados de los muestreos dan información sobre la existencia de mineralización económica hacia abajo. (6)

Si se tuviera un solo sondeo muy aislado, sin relación a bloques probables o Indicados o a afloramientos bastante anómalos, éste no generaría un recurso inferido. La altura de los bloques de un recurso mineral inferido puede ser correspondiente a la suma de las alturas de bloques de recursos medidos más indicados o a la suma de las alturas de bloques probados más probables, o a la mitad de la longitud del afloramiento muestreado con valor de mena y/o marginal, salvo que el criterio geológico y las indicaciones de curvas de isovalores o la intersección de sondeos bastante espaciados sugieran otra altura u otra dimensión. (6)

Referente al Coeficiente de Certeza aplicable al tonelaje del recurso inferido, se sugiere dos rangos: (6)

- Cuando el bloque inferido está ubicado en la continuación de un bloque probable, pero con información de muestreos de sondeos, de labores (correspondientes al bloque probado respectivo) o de afloramientos respectivos, el coeficiente de certeza será entre 70 % y 90 %, lo que depende de la regularidad de la mineralización y de la cantidad y/o espaciamiento de los lugares de muestreo. (6)
- Cuando el bloque inferido está situado solamente en la continuación de un bloque probable o sea que no hay sondeos, o si los hay son escasos, en cuyo caso las muestras son también escasas, o sea que su delimitación está basada en la interpretación estructural y mineralógica principalmente, el coeficiente de certeza será entre 50 % y 70 %. (6)

d) Potencial (6)

Es aquella parte de un yacimiento mineral cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con bastante bajo nivel de confianza menor que el del recurso mineral

inferido. Su estimación se basa mayormente en el conocimiento geológico del yacimiento, es decir muchas veces no depende de la exposición directa de la mineralización económica, sino de indicaciones indirectas tales como los siguientes: (6)

- Presencia de recurso mineral Inferido en cuya extensión puede dimensionarse. (6)
- Curvas de isovalores y/o rangos verticales de mineralización que se extiendan fuera del recurso inferido. (6)
- Controles litoestructurales. (6)
- Anomalías geofísicas y/o geoquímicas que se correlacionan bien con la geología superficial. (6)
- Relación con minas vecinas o estructuras cercanas mineralizadas desarrolladas, etc. (6)

Muchas veces, su estimación depende de la información geológica y del muestreo de los afloramientos, que sin tener valores de mena o marginal, tienen óxidos, ensambles y alteraciones favorables, valores anómalos interesantes, y estructuralmente sean de interés y correlacionables con anomalías geofísicas y/o geoquímicas. En este caso se puede asumir la presencia de mineral potencial en profundidad con mineralización económica y/o marginal. (6)

A veces se les dimensionan a partir de los afloramientos de estructuras, cuyos muestreos arrojan bajos valores, pero anómalos, pero estructural y mineralógicamente interesantes, y a la vez sean paralelas a otras estructuras de similares características mineralógicas y estructurales en superficie, las cuales fueron ya reconocidas suficientemente y cuentan con reservas y recursos. (6)

En este caso el bloque de mineral potencial se ubicará debajo de los afloramientos con anomalías y tendrá el mismo rango vertical de las reservas más recursos de las estructuras paralelas ya desarrolladas y estará a una profundidad similar que el de las reservas y recursos de esas estructuras y, no se estimará la

ley. En este caso se tiene que asumir la profundidad de óxidos, si es que las hay.
(6)

En los casos que se delimiten en la extensión del recurso mineral inferido la altura de los bloques puede ser igual a la altura de dicho recurso, siempre y cuando no se tenga un criterio geológico que de otra altura (curvas de isovalores, interpretación geoestadística, profundización de estructuras vecinas, etc.). En este caso la ley será de los recursos minerales Inferidos correspondientes. Cuando se estima a partir de afloramientos cuyos muestreos muy espaciados dan valores de interés económico, la altura media desde superficie del bloque correspondiente puede ser igual a la longitud de la mineralización de interés o igual a la altura de la mineralización de estructuras vecinas que contienen Reservas y/o Recursos, salvo otros criterios geológicos den otra altura. La ley será el promedio de los afloramientos correspondientes. (6)

Ocasionalmente, puede dimensionarse a partir de un sondaje muy aislado. En este caso si la estructura es en rosario en los que los clavos y clavitos son verticales o subverticales, se pueden dimensionar bloques potenciales a partir del sondaje, con anchos igual al promedio de anchos de los clavos conocidos, y altura igual a la mitad del promedio de las alturas de los clavos respectivos. Cuando se estiman a partir de anomalías geofísicas y/o geoquímicas, las alturas de los bloques pueden corresponder al de las estructuras mineralizadas de minas vecinas. En este caso no se estima la ley de este mineral. Respecto al coeficiente de continuidad y certeza del mineral potencial se sugiere aplicar dos rangos al tonelaje: (6)

- Cuando el bloque potencial está en la continuación de un bloque inferido, pero con información de muestreos de sondajes, de labores (correspondientes al bloque probado respectivo), o de afloramientos respectivos, el coeficiente de continuidad y certeza será entre 50 % y 70 % y dependerá de las evidencias geológicas favorables que se tiene. (6)
- Cuando el bloque potencial está solamente situado en la extensión del bloque inferido o sea no hay sondajes, o si los hay en el bloque inferido son escasos,

en cuyo caso las muestras son también escasas, o sea que su delimitación está basada en la interpretación estructural y mineralógica. (6)

El coeficiente de continuidad y certeza será entre 25 % y 50 %. Este mineral no constituye ni reservas ni recursos y sus bloques tendrán un achurado de líneas verticales con el color correspondiente a mena o marginal, según el caso. Si bien este mineral no constituye ni reservas ni recursos, su presencia indica la magnitud y posible vida operativa de un yacimiento. No hay mineral potencial con valores de submarginal ni de baja ley. (6)

2.4.3 Dilución (6)

Es el tonelaje de material extraído por debajo de la ley de corte. Este tonelaje puede ser desmonte netamente o mineral de muy baja ley que no alcanza la ley de corte. Es la reducción en ley por la cantidad de material por debajo de la ley mínima de corte, o estéril que se mezcla con el mineral económico. Es la operación de agregar estéril al mineral económico para bajar su ley. (6)

La dilución ha sido, en todas las minas del mundo, una gran preocupación. Los ingenieros de minas y geólogos buscan reducir sus efectos, en el sentido de aumentar sus ganancias y reducir sus costos. En realidad, la dilución no significa solamente bajar la ley del mineral, es elevar en muchos casos los costos, ya que el envío de una tonelada de estéril a la planta es más costoso que el envío de una tonelada de mineral. Por ello, en todas las minas se han desarrollado estudios tendientes a encontrar las posibles causas de la dilución y, en consecuencia, proponer procedimientos más eficientes con los cuales reducir "empobrecimiento" del mineral. De todo lo que se ha hecho hasta ahora, en términos de evaluación de la dilución se puede concluir que el valor aceptable de dicho parámetro está en alrededor de 10 %, lo que sirve hoy para establecer el estándar mundial o el "benchmarking". (6)

2.4.4 Inventario de mineral (6)

El Inventario de minerales es la estimación cuantitativa de los tonelajes y leyes de un yacimiento de acuerdo con su valor, certeza y accesibilidad que incluye a

los minerales de interés económico, como las reservas de minerales y recursos minerales, así como a otros que no lo tienen en el momento de la estimación. (6) Asimismo, tiene por objeto definir las reservas, recursos de un yacimiento, así como su distribución, a fin de planear su explotación o ampliar la escala de producción para un tiempo determinado cuando se trata de reservas minerales. La estimación de recursos minerales es importante porque con un estudio de factibilidad pueden convertirse en reservas y por lo tanto proceder a su explotación. Igualmente, la importancia radica en que las reservas y recursos minerales pueden garantizar, además de la vida operativa, un mayor financiamiento para una posible ampliación u optimización de la operación con la inversión en compra de equipos de mina o planta. (6)

El inventario de minerales está compuesto de reservas minerales, recursos minerales. En proyectos de exploración avanzados y en los de desarrollo, en los que no se tiene estudio de factibilidad técnico-económico, pero con pruebas metalúrgicas, contiene recursos minerales. Con un estudio de factibilidad técnico económico los recursos minerales de un proyecto pueden convertirse en reservas minerales parcial o totalmente. (6)

- **Reservas minerales.**

Es la parte de un yacimiento mineral, cuya explotación es posible o razonablemente justificable desde el punto de vista económico y legal al momento de su determinación. Para su estimación se considera haberse llevado a cabo evaluaciones apropiadas que podrían incluir estudios de factibilidad en los cuales se tiene en cuenta factores mineros, metalúrgicos, económicos, ambientales, de mercado, sociales y gubernamentales. En la estimación se incluye solamente mineral recuperable y diluido, expresado en tonelaje y leyes. Los términos económicamente minable implican que la extracción de las reservas minerales ha sido demostrada ser viable de inversión. (6)

Por lo general se expresa en términos de mineral cuando se trata de mineral metálico. Usualmente para la estimación de reservas minerales es necesario determinar una ley mínima explotable (Cut Off), cuyo cálculo está directamente

relacionado al costo total, resultados metalúrgicos, condiciones de comercialización y precio de los metales. Una vez determinado el Cut-Off, el yacimiento ya explorado y desarrollado se separa en bloques de mineral de acuerdo con su valor, certeza y accesibilidad, con lo que se definirán que bloques de una o varias estructuras mineralizadas constituyen las reservas minerales. Acorde con lo mencionado, en Buenaventura se considera como reservas minerales a aquellos que tienen certeza de probado y probable, tengan valor de mena y marginal, y sean accesibles y eventualmente accesibles. (6)

- **Recursos Minerales**

Un recurso mineral es una concentración u ocurrencia de material de interés económico intrínseco dentro o fuera de la corteza terrestre, que por la calidad y cantidad haya perspectivas razonables de una eventual explotación económica. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y de continuidad de un recurso mineral son conocidas, estimadas o interpretadas sobre la base de evidencias y conocimientos geológicos específicos. Los recursos minerales se subdividen en orden de confianza geológica decreciente en categorías de medido, indicado e Inferido. Estas categorías solo indican la certeza. (6)

No deben incluirse en un recurso mineral las porciones de un yacimiento que no tienen perspectivas razonables de una eventual explotación económica. El término Recurso Mineral abarca la mineralización identificada y estimada mediante exploración y muestreo. La frase “perspectivas razonables de una eventual explotación económica” implica un criterio de valor económico, aunque sea preliminar a nivel de perfil, por parte de la persona competente con respecto a los factores técnicos y económicos que podrían influir en la perspectiva de explotación económica, incluyendo los parámetros mineros aproximados. En otras palabras, un recurso mineral no es un inventario de toda la mineralización perforada o muestreada, cualquiera que sea la ley de corte (Cut-Off), las probables escalas de producción, ubicación y continuidad. En un inventario realista del yacimiento mineral que, bajo condiciones técnicas y económicas asumidas y justificables, podría, total o parcialmente, llegar a ser económicamente explotable, en cuyo caso se le asume valores de mena y/o marginal. (6)

2.4.5 Muestreo (6)

2.4.5.1 Generalidades (6)

En las operaciones mineras el muestreo es un proceso técnico cuyo objetivo es conocer la riqueza de un yacimiento. Se le define al muestreo como el procedimiento que mediante técnicas establecidas para obtener una pequeña cantidad de mineral o minerales que están presentes en un depósito mineral, de tal manera que la pequeña cantidad de mineral representa del conjunto. (6)

Igualmente, el yacimiento o depósito mineral debería estar representado totalmente por una pequeña cantidad, pero como los yacimientos minerales son irregulares y los contenidos metálicos varían en sus diferentes partes, una sola muestra de cualquier parte del depósito no tendrá la misma proporción de minerales de todo el yacimiento. (6)

Como la naturaleza no ha distribuido los metales uniformemente, la muestra ideal no existe, por eso, hay que tomar varias muestras para buscar el equilibrio entre el número de muestras y la exactitud deseadas, por lo tanto, el muestreo es obtener cantidades de minerales y rocas uniformes a fin de que todas las partes del yacimiento mineral estén convenientemente representadas en el muestreo, la muestra debe ser representativa proporcional pura. (6)

La finalidad del muestreo es determinar el contenido de la mena dentro del depósito mineral y el valor de esta, las muestras sirven para lo siguiente: (6)

- Conocer las leyes de mineral de las vetas, bolsonadas y cuerpos, durante la exploración y desarrollo. (6)
- Saber las leyes de mineral de las vetas, bolsonadas y cuerpos de las labores de explotación. (6)
- Planificar la explotación, enviando a la planta, mineral con ley uniforme, ya que se conoce el muestreo de las diferentes partes del depósito. (6)
- Controlar la eficiencia de las plantas metalúrgicas. (6)

El muestreo es una de las operaciones importantes en el trabajo diario de una exploración y producción, de su buen resultado depende casi todas las actividades futuras. El muestreo sirve para valorizar un depósito mineral, planear o controlar la explotación de este o para apreciar los resultados de un proceso metalúrgico, luego es evidente la gran importancia que tiene entre las operaciones de una empresa minera. (6)

Marcha del muestreo. Es necesario hacer cumplir en el muestreo, las siguientes reglas: (6)

- El muestreo debe realizarse de una manera ordenada, por ningún motivo debe saltar ninguna toma de muestra, aun cuando su obtención presente dificultades. (6)
- Un mismo grupo de muestreros no debe trabajar en un mismo tiempo en dos labores por más continuas que estén. (6)
- En la marcha del muestreo, interesa la exactitud que la rapidez, hay que tomar en cuenta que una muestra mal tomada es como ninguna, ya que llevará a conclusiones equivocadas. (6)
- Antes de iniciar la extracción de la siguiente muestra, debe terminar completamente la anterior, inclusive su registro e identificación. (6)
- Si hubiera alguna dificultad para la toma de muestra se deberá comunicar al Departamento de Geología, para su inmediato arreglo. (6)
- El muestreo de rutina y muestras de exploración y desarrollos debe mantenerse al día con los avances, porque estos trabajos requieren de un control constante en la riqueza del terreno sobre el cual se avanza, especialmente cuando se trata de corridas sobre veta, en ambas clases de muestras, se tomará la última muestra lo más cerca posible al frente de la labor. (6)



Figura 5. Muestreo de afloramiento, prospecto Calmar

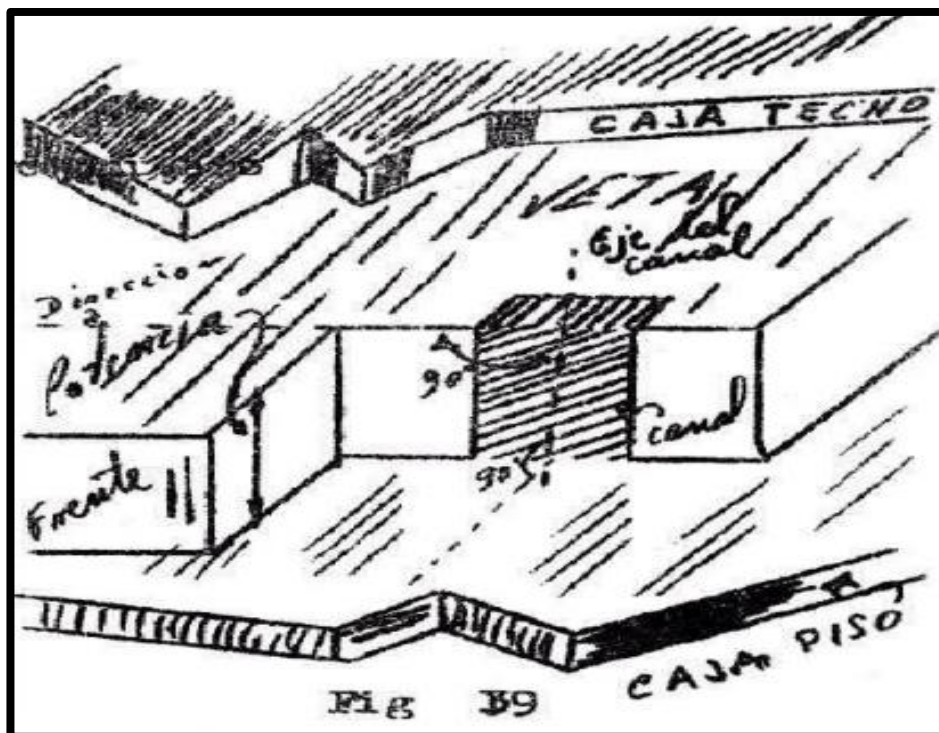
2.4.5.2 Tipos de muestreo (6)

a) Por canales (6)

Este método se aplica corrientemente en el muestreo de vetas, y en el método de explotación, corte y relleno, este método consiste en contar con la mayor exactitud posible, una ranura rectangular de profundidad y ancho determinado, a través de intervalos constantes y perpendiculares al rumbo de la estructura. (6)

Los pasos para seguir son los siguientes: (6)

- Ubicación del canal. En la galería y crucero, el punto de referencia debe ser un punto topográfico y a falta de este, un crucero, una chimenea. En chimenea el punto de referencia es el riel. En tajos el punto de referencia será una tolva o chimenea, siempre estará referido a una altura con respecto al riel, por ningún caso, el canal en las galerías está a más de 30 m del punto topográfico. (6)



*Figura 6. Bloque de roca con muestreo tipo canal
Tomado de Técnicas de muestreo, Mauro Valdivia*

- Los canales deben estar siempre a intervalos constantes de 1.2-6 m, si en el trazado por muestrear hay dos o más puntos topográficos, nunca deberá interrumpirse la medición antes del segundo punto. La medición debe pasar a coincidir con el segundo punto topográfico. El espaciamiento o distancia, depende del tipo de mineralización. Para las medidas sucesivas de los diferentes canales se medirá siempre dos puntos topográficos o puntos de referencia de canal a canal. (6)
- Después de ubicación la distancia se marcará con pintura blanca el contorno del canal, de donde se extrajo la muestra y el respectivo número de orden, de esta manera será fácil ubicar dicho canal en el caso se deba repetir el muestreo. (6)
- Luego, se marcará el área por limpiar con tiza o pintura blanca, esta área debe tener unos 5 o 10 cm más allá de los lados del canal y perpendicular a las cajas, el largo del canal depende de la potencia de la veta. (6)

- Se procederá a limpiar el área marcada, nivelando en lo posible por muestrearse, para evitar el polvo o barro y facilitar la apreciación de la mineralización en forma muy superficial. En algunos casos se hace con manguera de aire o lavado con agua, con el lavado se disuelve algunas sales minerales que se forman en la superficie. (6)
- Luego se procede a obtener la muestra, mientras un muestrero procede a la extracción, el otro debe sostener la cuna o manta en posición adecuada para recoger los fragmentos que caigan al piso. (6)
- La cantidad mínima del mineral de mineral extraído será de 1.5 kg. por cada muestra, se procede al cuarteo en la cuna. (6)
- Todos los canales deben ser trazados perpendiculares a la dirección de las vetas o estructuras, es decir perpendiculares a las capas de la veta perpendicular a las cajas. Luego se procede a medir la potencia verdadera de la veta perpendicular a las cajas. (6)



*Figura 7. Muestreo tipo canal
Tomado de Técnicas de muestreo, Mauro Valdivia*

b) Chip rock o por puntos (6)

Un rock chip es una muestra compuesta por fragmentos de virutas de esquirlas de roca de afloramiento. Consiste en obtener trozos de aproximadamente de 1 cm de diámetro, en forma irregular en una cierta longitud siguiendo una línea imaginaria, que al igual que las canaletas, siempre debe orientarse en forma perpendicular a cualquier posible control lineal. El largo depende de las características del afloramiento y puede variar entre 0.2 a 5 m. Esto último condiciona también la cantidad de muestra, pero la experiencia ha enseñado que el mínimo aceptable es de 0.25 kg. (6)

Es el método más sencillo y se emplea en los mismos casos en que se indica el método por canales. Consiste en tomar una serie de astillas o fragmentos de mineral en toda la potencia del depósito siguiendo en forma continua una línea imaginaria correspondiente al eje longitudinal de un supuesto canal de muestreo, en general se sitúa la misma técnica señalada para canales. El método es sencillo y menos laborioso que el de canales y requiere largos experimentos de control o que los muestreros estén bien entrenados. (6)

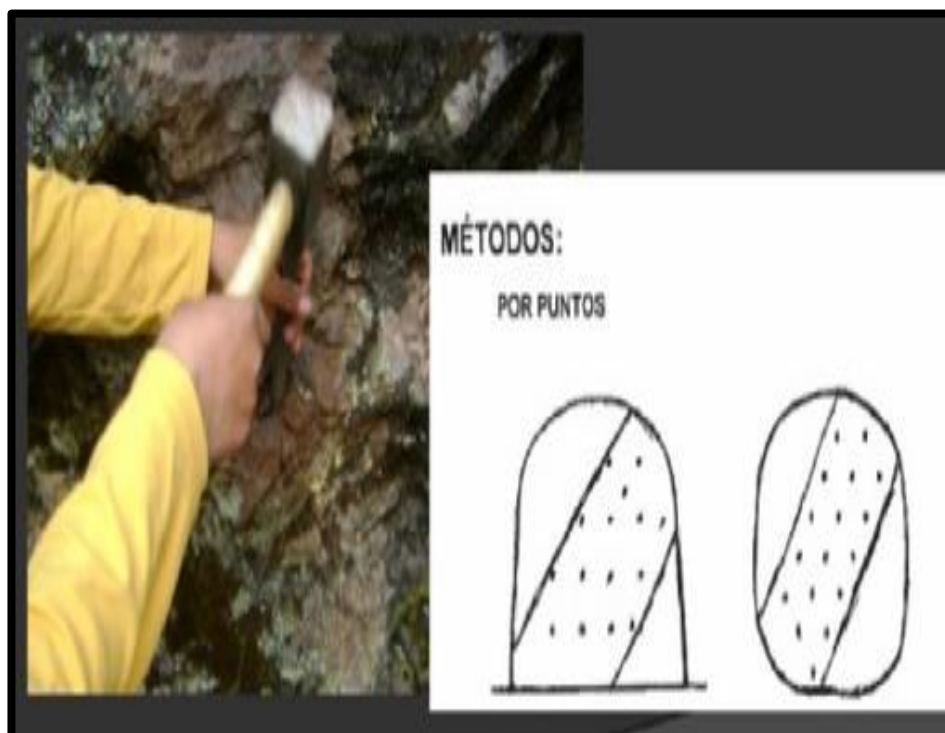
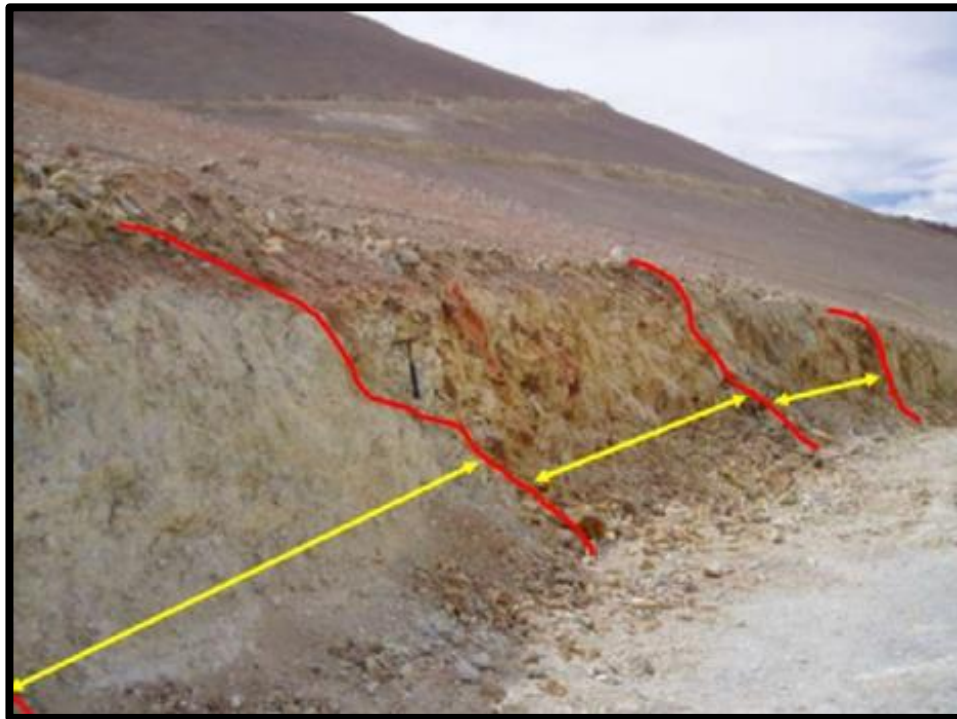


Figura 8. Muestreo tipo Chip Rock
Tomado de Técnicas de muestreo, Mauro Valdivia

c) Trinchera (6)

Es el más empleado, se abren zanjas perpendiculares al eje mayor de cada afloramiento, y a intervalos regulares. El material acumulado en todas las trincheras es la muestra. Tenemos que cuartear la muestra para reducirla, si la cantidad es mayor que 5 kg. Deben ser íntegramente recogidos, para que los resultados de los ensayos sean buenos. (6)



***Figura 9. Muestreo tipo trinchera
Tomado de Técnicas de muestreo, Mauro Valdivia***

CAPÍTULO III

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Método y alcances de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

El método general, es el método deductivo y analítico. El método deductivo, para deducir la evaluación geológica del yacimiento, el cual se analizará mediante datos de campo in situ. Mientras que el método analítico, se emplea para el cálculo de reservas y recursos.

3.1.2 Alcances de la investigación

- **Tipo de investigación**

Es aplicada, porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos, y busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Y es un tipo de investigación aplicada, porque el objetivo de la investigación es la cubicación de reservas y estimación de recursos.

- **Nivel de investigación**

Es explicativo tecnológico, porque existe un interés en explicar una relación en el comportamiento entre las variables. Entonces, trata de explicar de qué manera la evaluación geológica influye en el cálculo de reservas y estimación de recursos.

3.2 Diseño de la investigación

Es descriptivo, porque se plantean a manera de objetivos.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Es la concesión minera “San Ricardo 2019”, con código 620005719.

3.3.2 Muestra

Es el prospecto minero Calmar, ubicado dentro de la concesión minera “San Ricardo 2019”.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

- **Observación**

Esta técnica nos permitió observar el comportamiento (rumbo, buzamiento, color, dureza, alteraciones, etc.) in situ de los mantos de caliza del prospecto minero Calmar.

- **Recopilación**

Recopilación de datos de campo, de los mantos de caliza del prospecto minero Calmar.

3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- Informes
- Publicaciones
- Tesis
- Planos
- Fichas
- Libros
- Internet
- PC

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recurso mineral y estimación de reservas

El análisis estratigráfico permitió considerar grosores ponderados que sirve para usarlo como una medida patrón. En el caso del Prospecto Calmar se tiene los siguientes grosores de las 4 unidades y son a: 90 m, b: 55m, c: 63m y d: 100 m.

Prospecto Calmar		Descripción litoestratigráfica
Unidades	Grosor patrón	
a	70	Caliza brecha, gris parda, estratificación gruesa
b	46	Caliza gris, estratificación mediana a delgada, grano me-dio a fino.
c	40	Caliza gris, estratificación delgada a fina, grano medio afino
d	45	Caliza gris, estratificación fina, grano fino

El área del prospecto es de 3 km² o 300 ha, el cual se ha dividido en 3 bloques de igual dimensión.

En el bloque B-O; están los perfiles: A, B, C, J, en el bloque B-EN están los perfiles: H, E, y en el bloque B-ES están los perfiles D, E, F, G.

El Bloque B-O, mide 1000 m x 1000 m, el Bloque B-EN mide 500 m x 2000 m que tiene las mismas medidas del bloque B- ES. A continuación, se ilustra un mapa con la ubicación de los perfiles litoestratigráficos realizados en el sector:

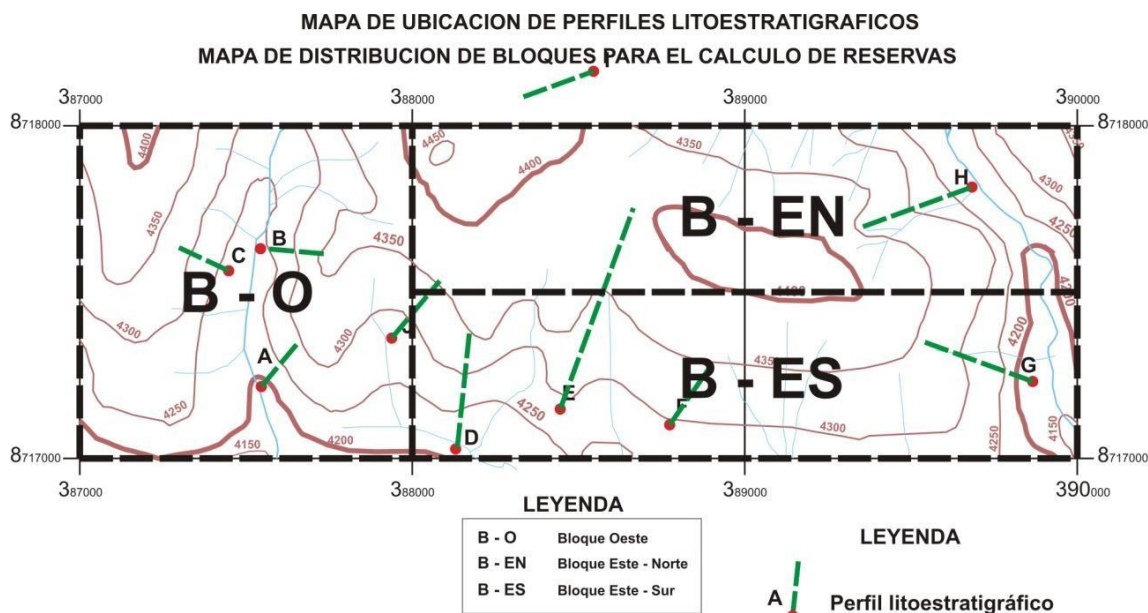


Figura 10. Mapa de ubicación de perfiles litoestratigráficos - Mapa de distribución de bloques para el cálculo de reservas

Considerando la poca deformación que presentan las calizas y la uniformidad de sus facies laterales, se puede inferir que una sección litoestratigráfica tiene amplio rango de influencia sobre el bloque que se desearía cubicar. Se tiene un grosor medido (probado) y un grosor patrón, la diferencia de estos nos da un grosor probable, entonces si en un bloque tenemos tres perfiles, promediamos los grosores de una determinada unidad con su respectivo pro- medio de CaO% y nos da un sector probado y la diferencia en función al grosor patrón sería el sector probable.

En las siguientes tablas se calculan las reservas de CaO, considerando 2.6 TM/m³ como el peso específico de la caliza.

Estadísticamente en el proyecto Calmar la distribución del óxido de calcio es normal. En este caso por la alternancia de secuencias dolomíticas y presencia de sílice, ver foto N°8 y 9.

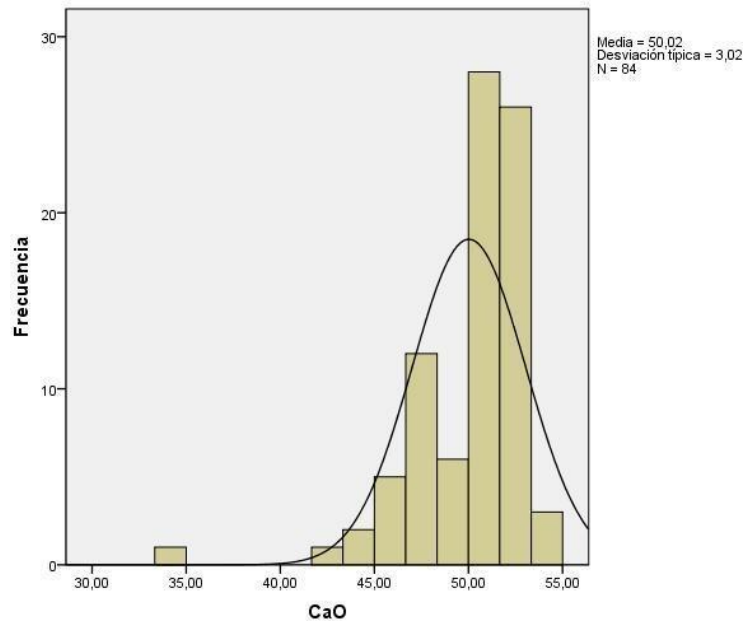


Figura 11. Histograma de CaO del Proyecto Calmar

4.2 Perfiles litoestratigráficos

Los gráficos y la base de datos, se hicieron con el software ArcGIS

4.2.1 Perfil litoestratigráfico A

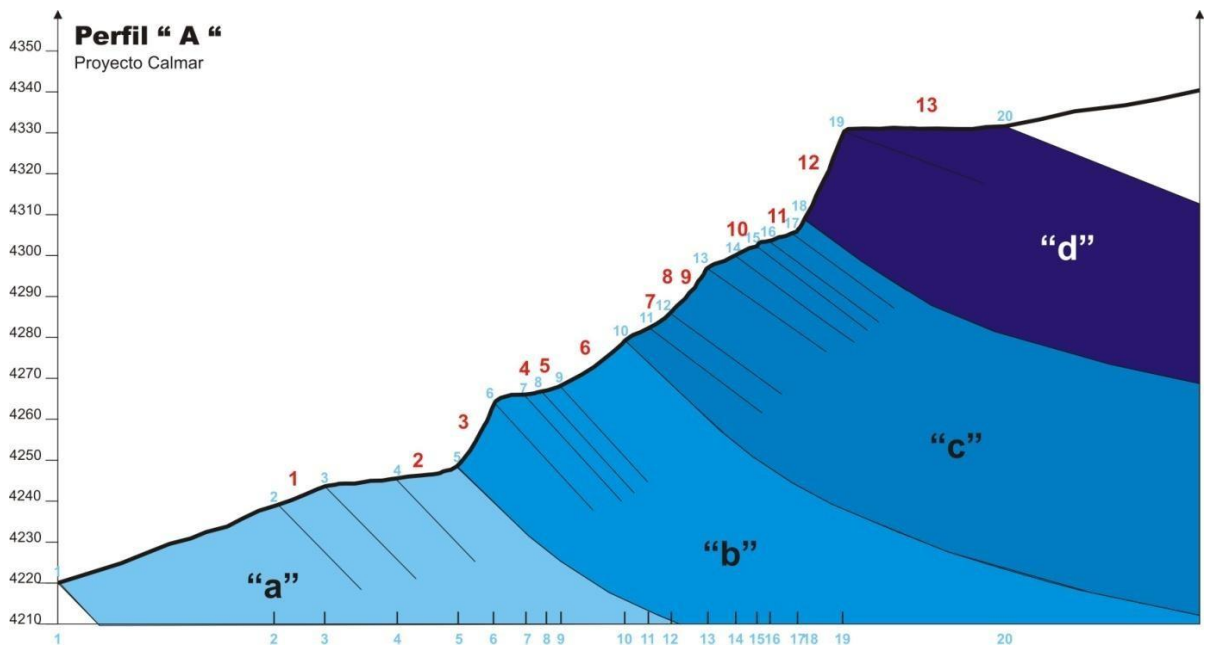


Figura 12. Perfil litoestratigráfico A

4.2.2 Perfil litoestratigráfico B

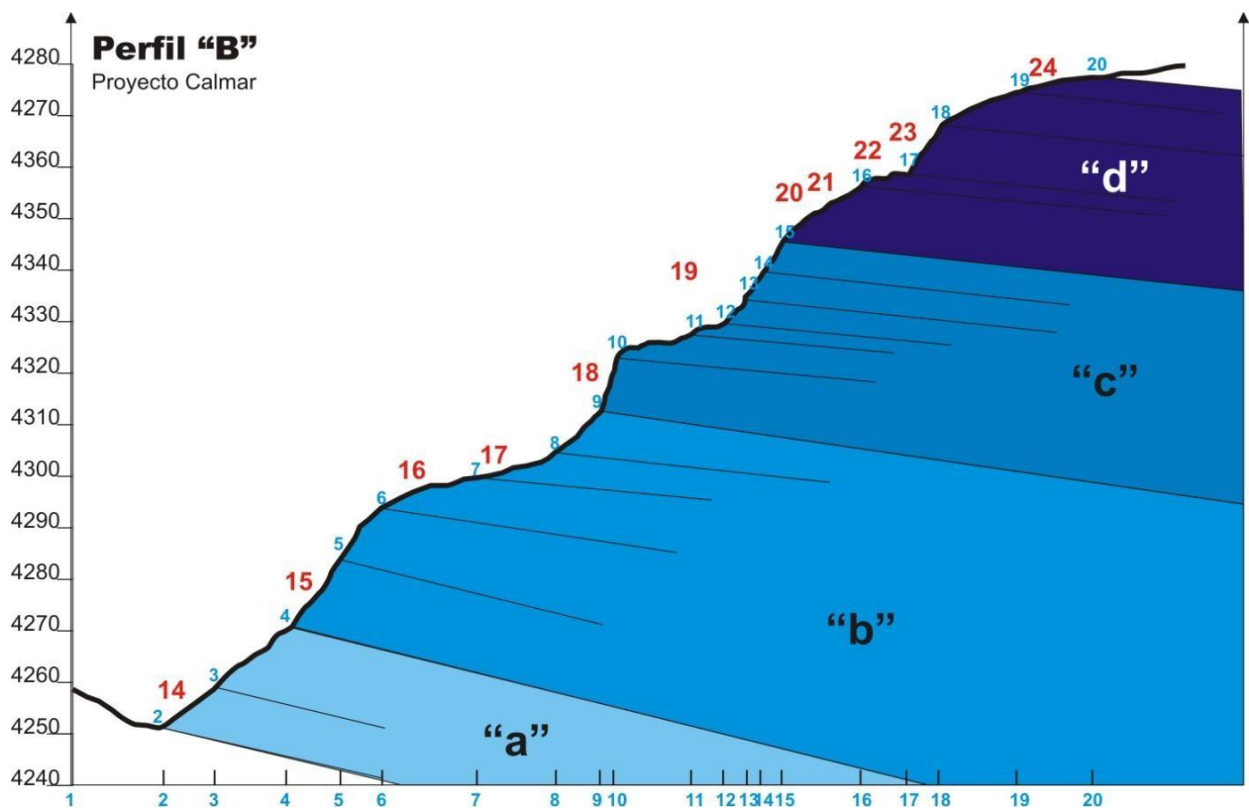


Figura 13. Perfil litoestratigráfico B

4.2.3 Perfil litoestratigráfico C

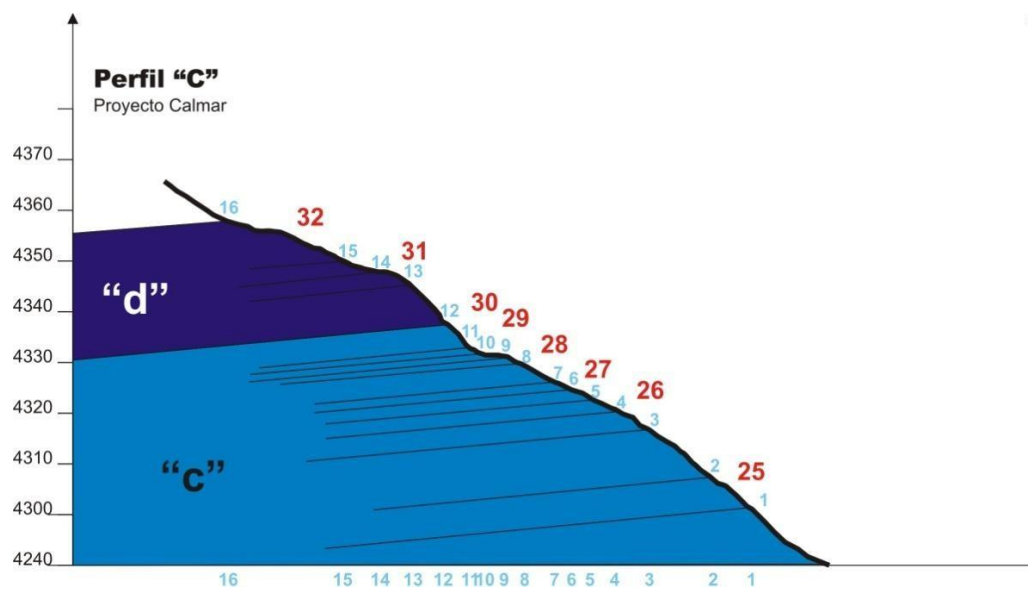


Figura 14. Perfil litoestratigráfico C

4.2.4 Perfil litoestratigráfico D

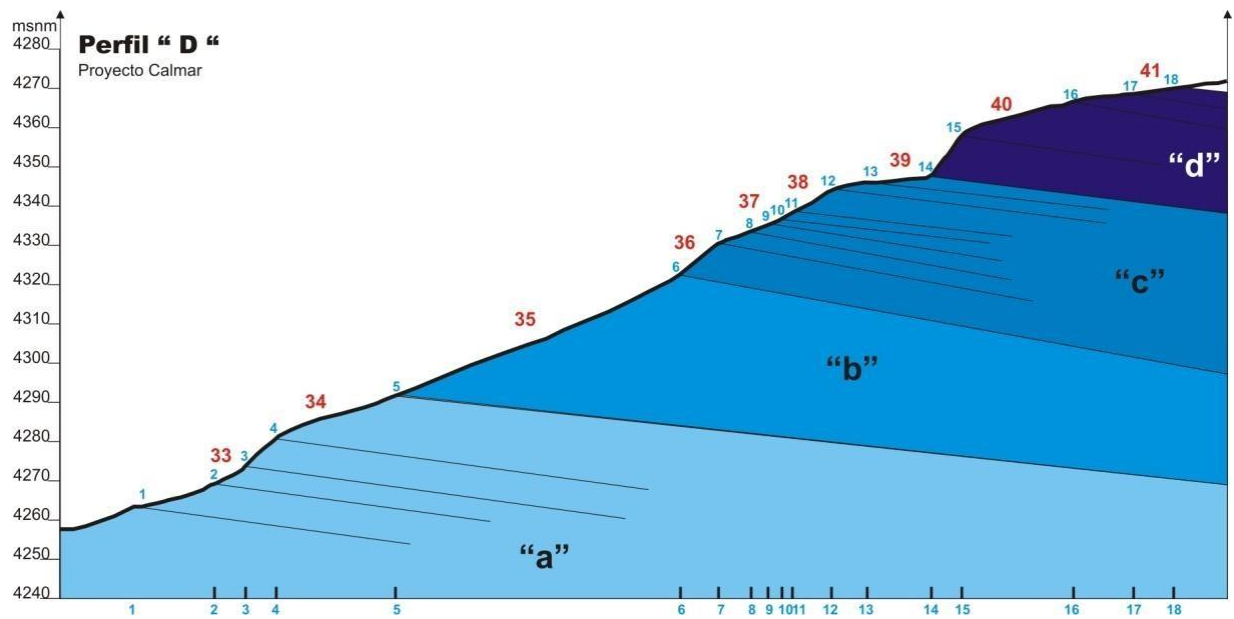


Figura 15. Perfil litoestratigráfico D

4.2.5 Perfil litoestratigráfico E

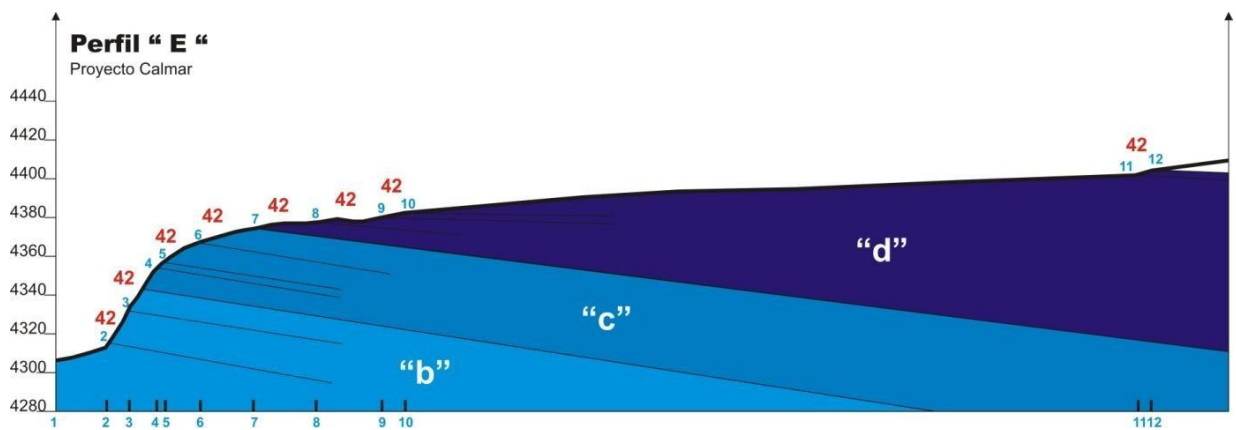


Figura 16. Perfil litoestratigráfica E

4.2.6 Perfil litoestratigráfico F

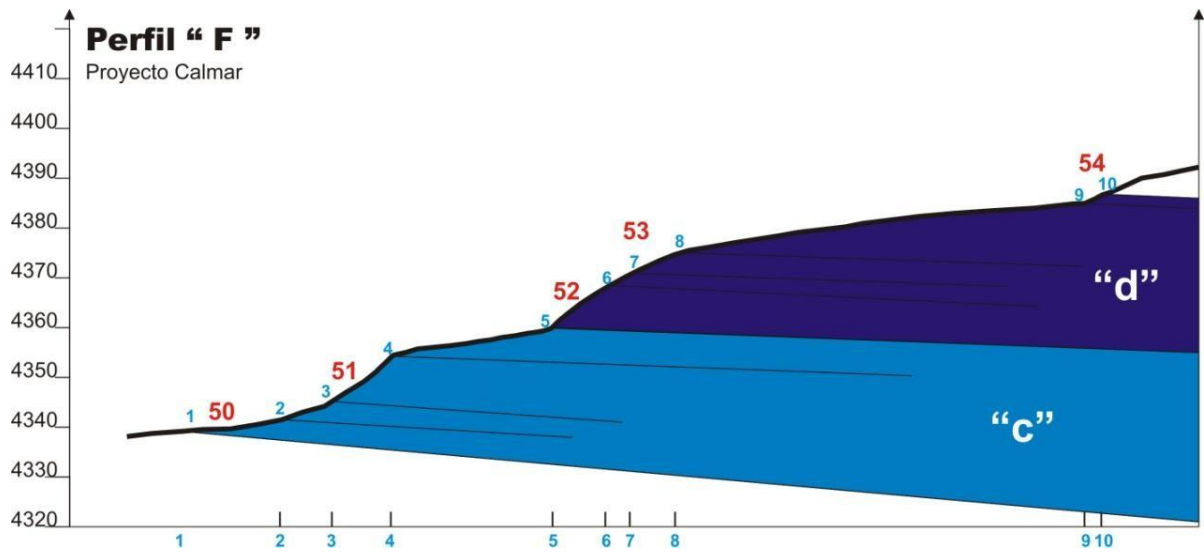


Figura 17. Perfil litoestratigráfico F

4.2.7 Perfil litoestratigráfico G

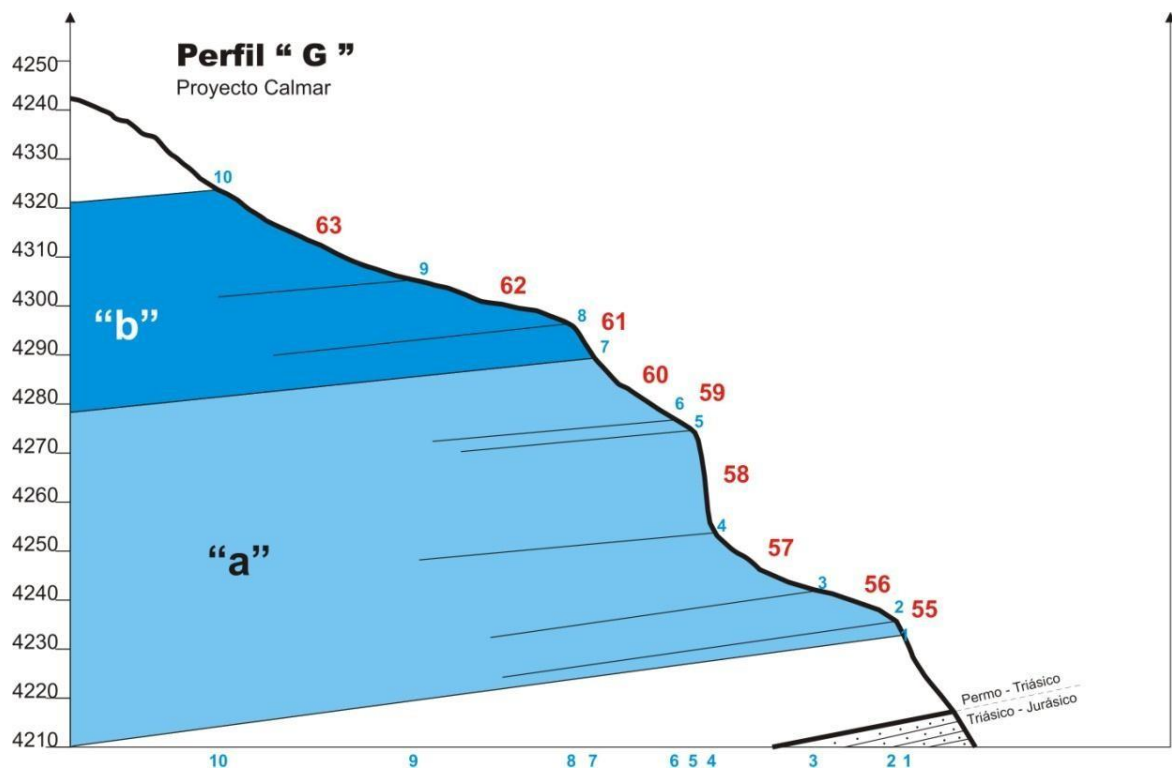


Figura 18. Perfil litoestratigráfico G

4.2.8 Perfil litoestratigráfico H

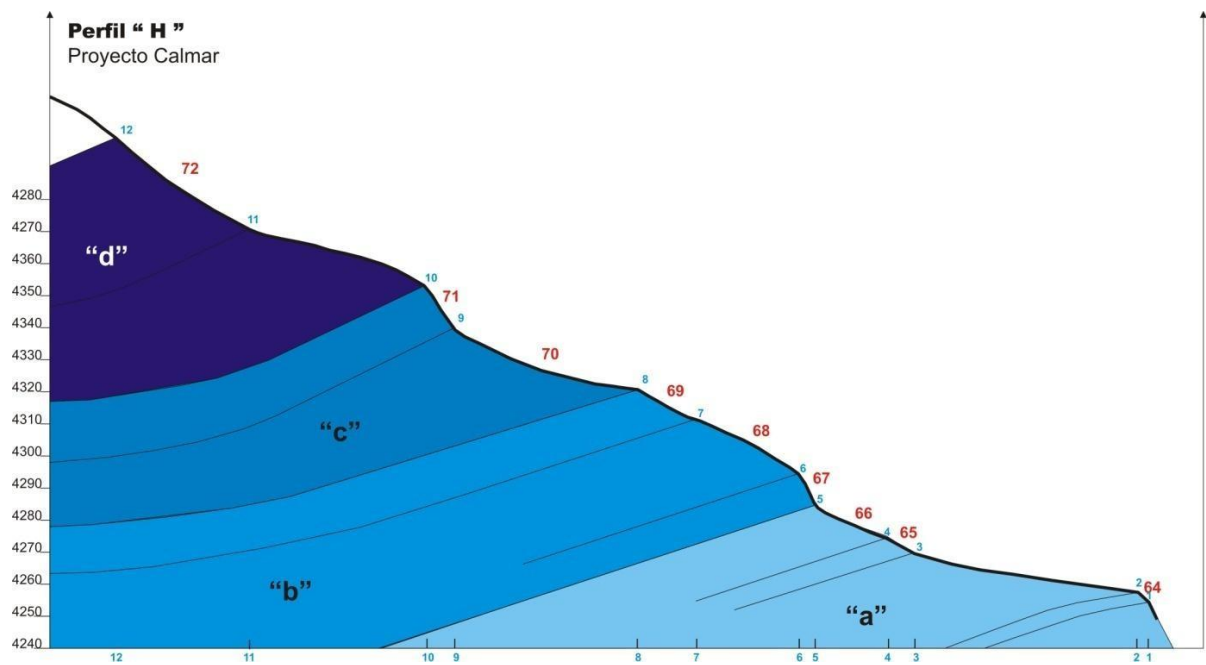


Figura 19. Perfil litoestratigráfico H

4.2.9 Perfil litoestratigráfico I

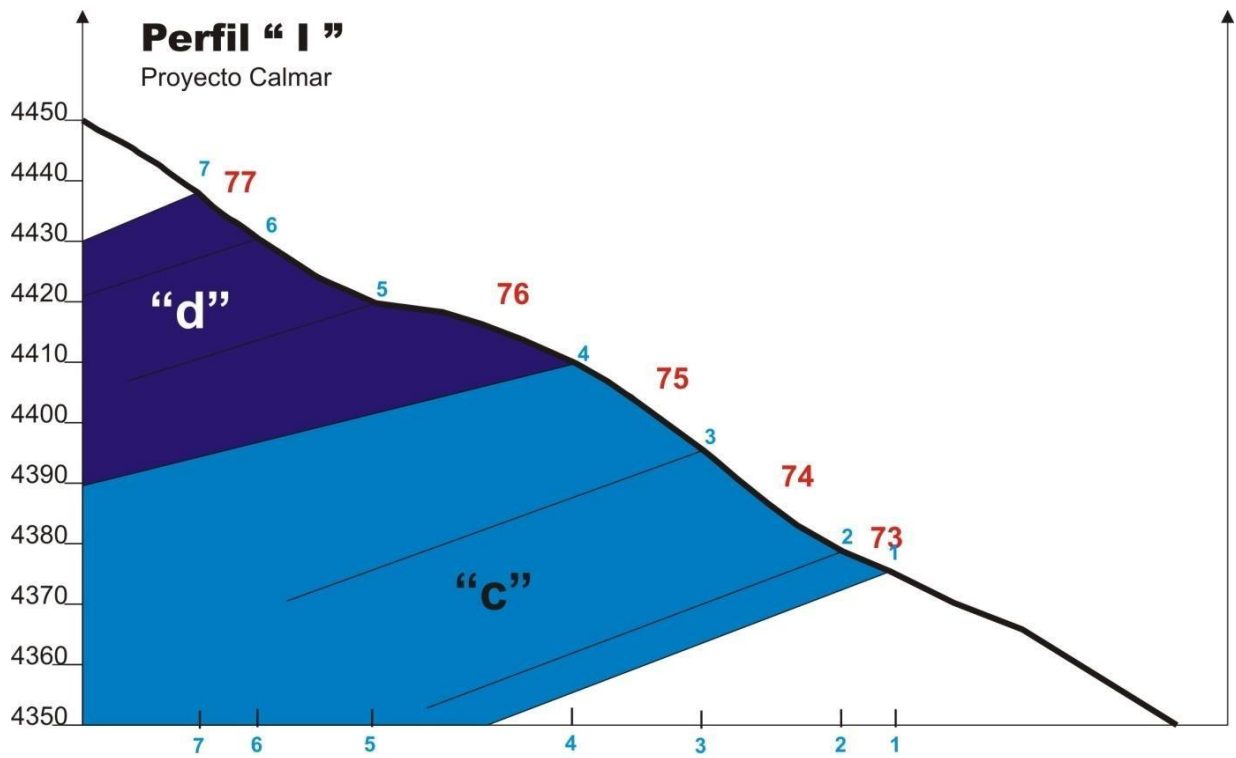
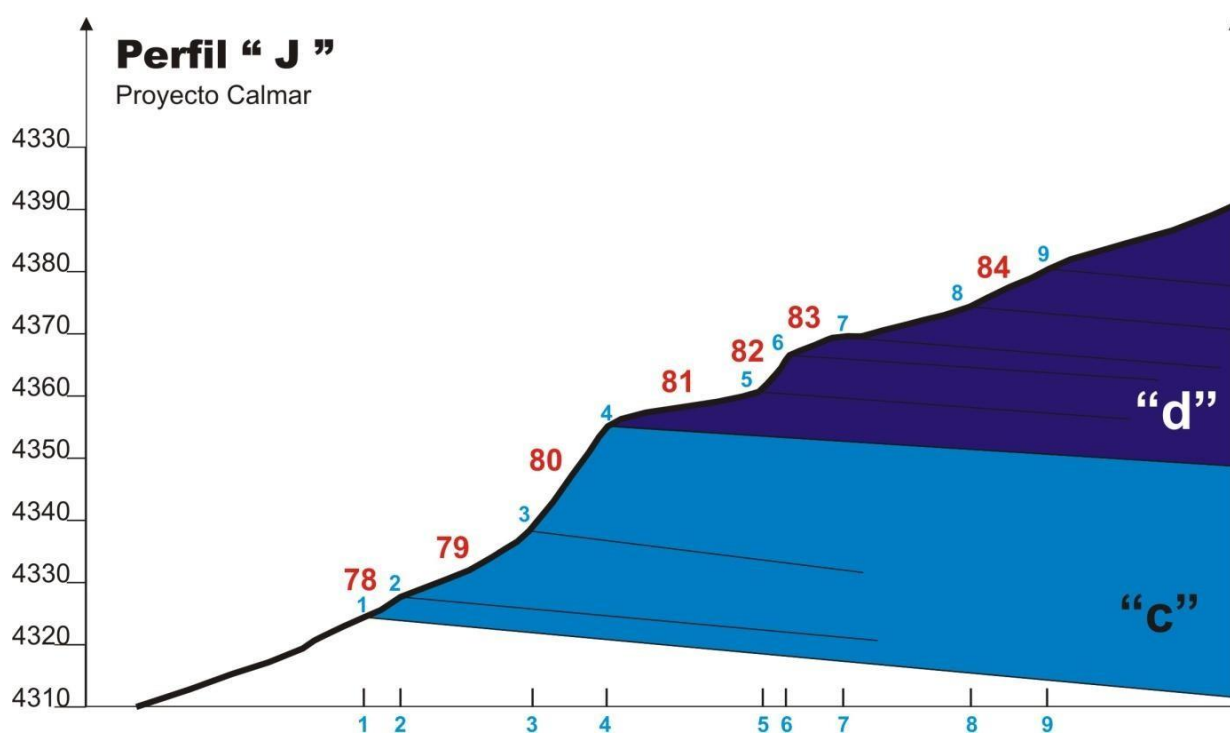


Figura 20. Perfil litoestratigráfico I

4.2.10 Perfil litoestratigráfico J



4.3 Columnas litoestratigráficas

Las columnas y la base de datos, se hicieron con el software ArcGIS. El trabajo de campo, fue mediante canales de muestreo

4.3.1 Columna litoestratigráfica A

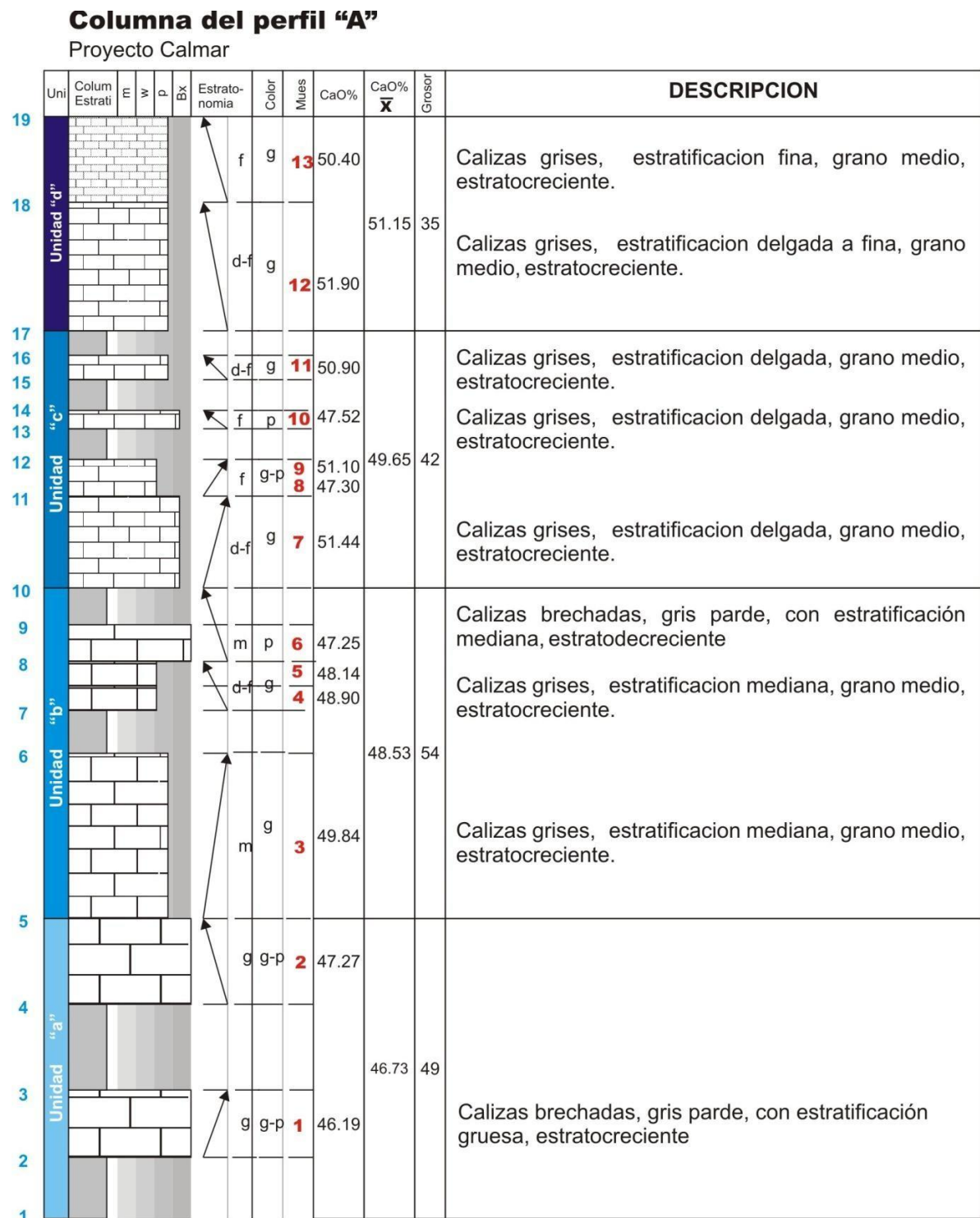


Figura 22. Columna litoestratigráfica A

4.3.2 Columna litoestratigráfica B

Columna del perfil "B"

Proyecto Calmar

	Uni	Colum Estrati	E	w	p	Bx	Estrato- nomia	Color	Mues	CaO%	CaO% $\bar{x}$	Grosor	DESCRIPCION
20	Unidad "d"						f	g	24	52.14	47.77	35	Calizas grises, estratificación fina, grano medio, estratocreciente.
19													
18							f	g	23	51.2			
17							f	g	22	50.87			
16							f	g	21	33.83			
							f	g	20	50.81			Calizas grises, estratificación fina, grano medio, estratocreciente.
15	Unidad "c"						f	p			48.54	37	Calizas grises, estratificación delgada, grano medio, estratocreciente.
14													
13							d	g	19	46.44			
12													
11													
10	Unidad "b"						d	g-p	18	50.64	51.95	51	Calizas gris parda, estratificación delgada medio, estratocreciente.
9													
8							d	g	17	52.22			
7							m	g	16	52.11			
6													
5	Unidad "a"						d-m	g	15	51.52	51.65	39	Calizas grises, estratificación mediana, grano medio, estratocreciente.
4													
3							d-m	g	14	51.65			
2													
1													

Figura 23. Columna litoestratigráfica B

4.3.3 Columna litoestratigráfica C

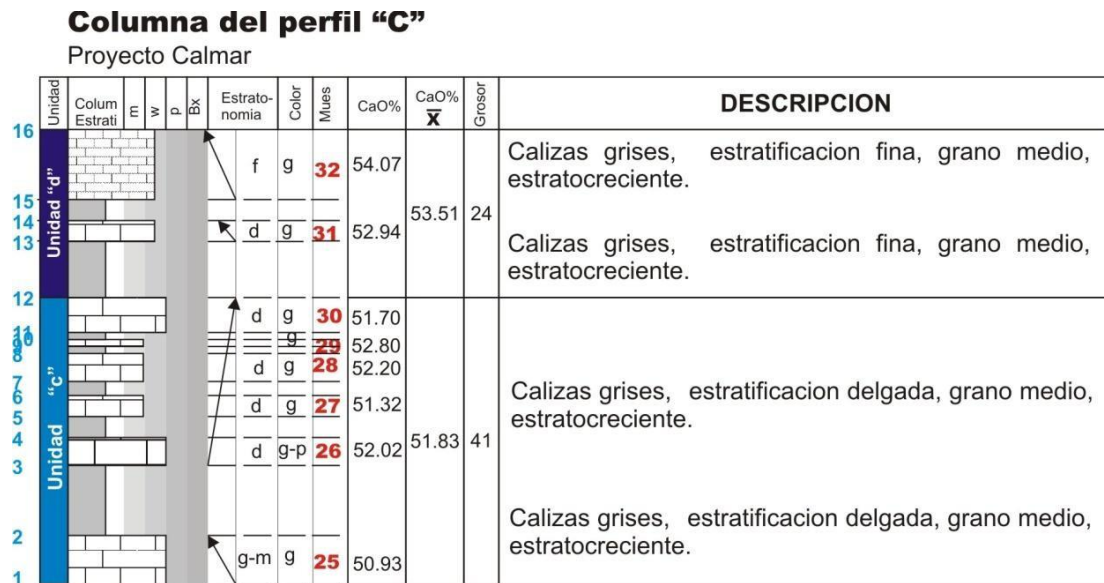


Figura 24. Columna litoestratigráfica C

4.3.4 Columna litoestratigráfica D

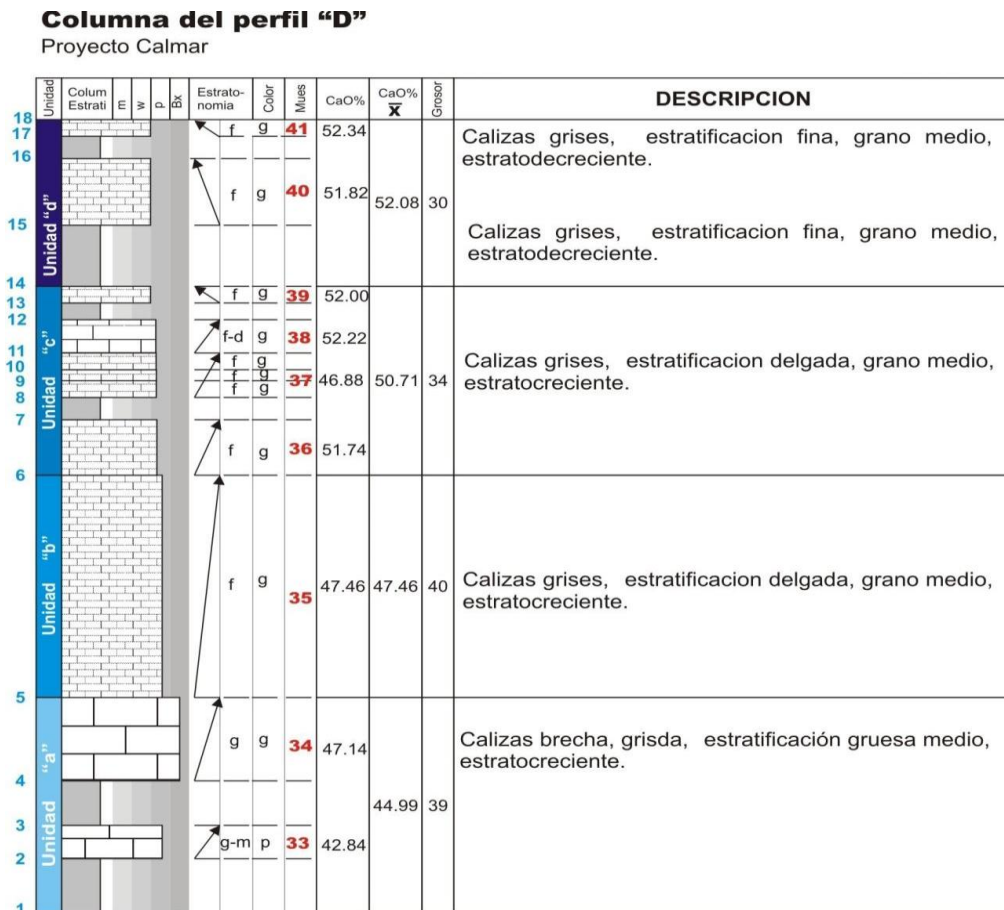


Figura 25. Columna litoestratigráfica D

4.3.5 Columna litoestratigráfica E

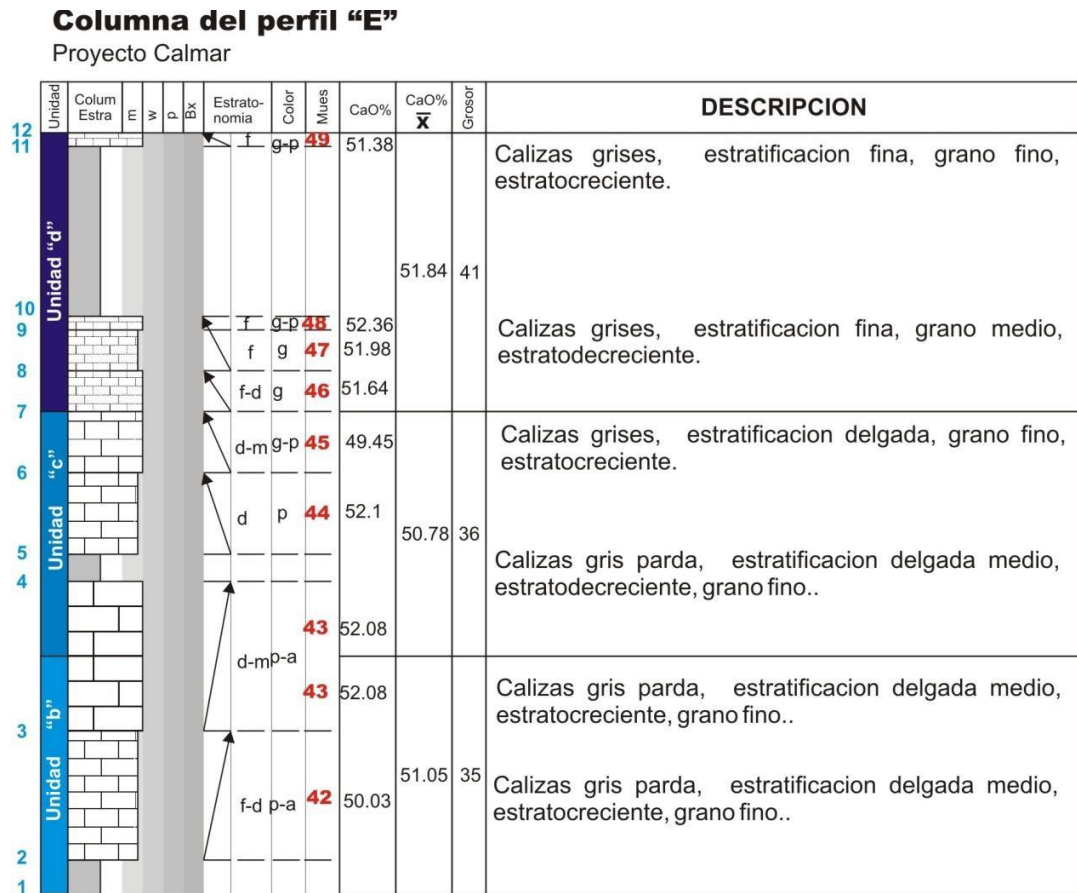


Figura 26. Columna litoestratigráfica E

4.3.6 Columna litoestratigráfica F

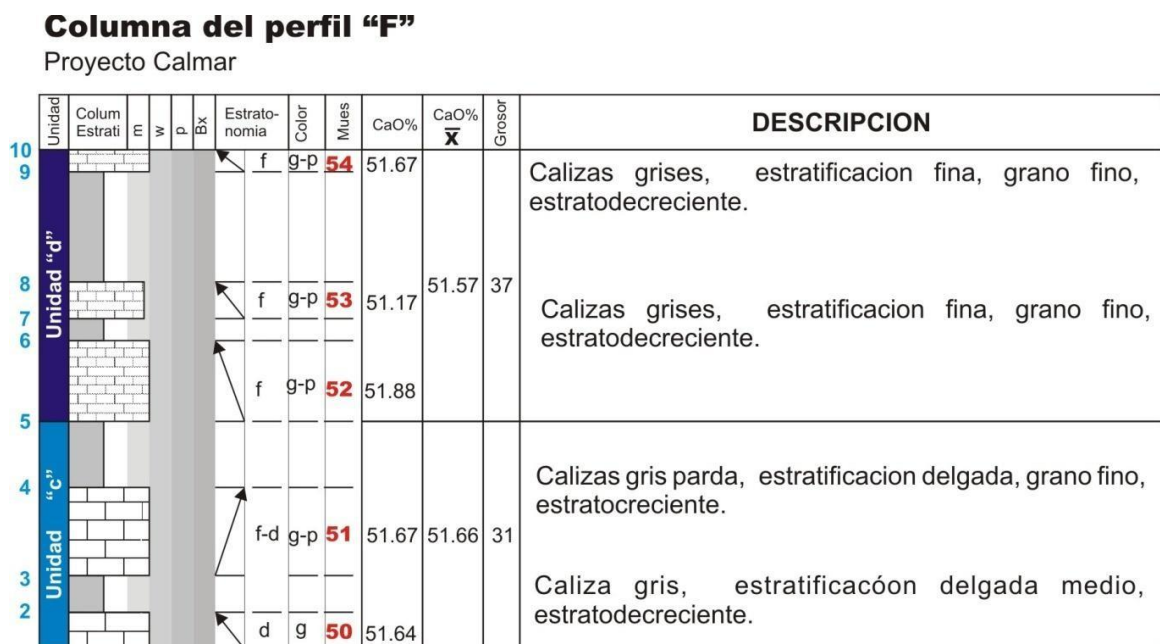


Figura 27. Columna litoestratigráfica F

4.3.7 Columna litoestratigráfica G

Columna del perfil "G"

Proyecto Calmar

	Unidad	Colum Estrati	m	w	d	Bx	Estrato- nomia	Color	Mues	CaO%	CaO% $\bar{x}$	Grosor	DESCRIPCION
10	Unidad "b"						m-g	g-p	63	48.58	50.21	41	Caliza brecha, gris parda, estratificación delgada, grano fino, estratocreciente.
9							m	p-a	62	53.56			Calizas parda, estratificación delgada a media, grano medio, estratocreciente.
8							f-d	p	61	48.5			
7							f-d	g-p	60	51.8			Calizas gris parda, estratificación delgada, grano medio, estratocreciente.
6	Unidad "a"						m-g	p-a	59	52.75	48.91	64	Caliza brecha, gris parda, estratificación delgada, grano fino, estratocreciente.
5							m	p-g	58	51.18			Caliza brecha, gris parda, estratificación delgada, grano fino, estratocreciente.
4							f-d	g	57	48.84			Caliza gris, estratificación delgada medio, estratodecreciente.
3							m-g	a	56	45.21			Caliza brecha, gris parda, estratificación delgada, grano fino, estratocreciente.
2							f-d	p-a	55	43.65			
1													

Figura 28. Columna litoestratigráfica G

4.3.8 Columna litoestratigráfica H

Columna del perfil "H"

Proyecto Calmar

	Unidad	Colum Estrati	Em	w	q	Bx	Estrato- nomia	Color	Mues	CaO%	CaO% $\bar{x}$	Grosor	DESCRIPCION
12	Unidad "d"						f	g	72	45.57			Calizas grises, estratificación fina, grano fino, estratodecreciente.
11											45.57	41	Sin descripción de campo, relleno
10	Unidad "c"						d	g	71	43.75			Calizas gris parda, estratificación delgada, grano medio a grueso, estratodecreciente.
9							d-f	g	70	46.24	45.00	50	Caliza gris, estratificación delgada medio, estratodecreciente.
8	Unidad "b"						d	p-a	69	51.31			Caliza pardo amarillento, estratificación delgada medio, estratocreciente.
7							m-g	g	68	53.43	51.74	52	Caliza brecha, gris, estratificación media, grano grueso, estratocreciente.
6							m-g	p-g	67	50.49			Caliza brecha, gris, estratificación media, grano medio a fino, estratodecreciente.
5	Unidad "a"						f-d	g	66	50.11			Caliza pardo amarillento, estratificación delgada medio, estratocreciente.
4							m-g	p-g	65	51.73			Caliza brecha, gris, estratificación media, grano grueso, estratocreciente.
3											49.79	52	
2							f-d	p	64	47.53			Caliza pardo amarillento, estratificación delgada medio, estratocreciente.
1													

Figura 29. Columna litoestratigráfica H

4.3.9 Columna litoestratigráfica I

Columna del perfil "I"

Proyecto Calmar

Unidad	Colum Estrati	m	w	p	Bx	Estrato-nomia	Color	Mues	CaO%	CaO% $\bar{x}$	Grosor	DESCRIPCION
7						f	g-p	77	50.71			Calizas grises, estratificación fina, grano fino, estratodecreciente.
6										50.49	43	Con relleno sin describir
5						f-d	g	76	50.27			Calizas grises, estratificación fina, grano fino, estratodecreciente.
4						d	g-p	75	50.78			Calizas gris parda, estratificación delgada, grano fino, estratocreciente.
3						d-m-g-p		74	47.34	48.67	50	Caliza gris, estratificación delgada medio, estratodecreciente.
2						f-d	p-a	73	47.88			Calizas grises, estratificación media a gruesa, grano fino, estratocreciente.
1												

Figura 30. Columna litoestratigráfica I

4.3.10 Columna litoestratigráfica J

Columna del perfil "J"

Proyecto Calmar

Unidad	Colum Estrati	m	w	p	Bx	Estrato-nomia	Color	Mues	CaO%	CaO% $\bar{x}$	Grosor	DESCRIPCION
9						f	g-p	84	51.56			Calizas grises, estratificación fina, grano fino, estratodecreciente.
8												
7						f	g-p	83	51.54	50.41	31	Calizas grises, estratificación fina, grano fino, estratodecreciente.
6						f	g-p	82	47.78			Calizas grises, estratificación fina, grano fino, estratodecreciente.
5						f	g-p	81	50.77			Calizas grises, estratificación fina, grano fino, estratodecreciente.
4						d	g-p	80	52.44			Calizas gris parda, estratificación delgada a fina, grano fino, estratocreciente decreciente.
3										52.01	34	Caliza gris, estratificación delgada medio, estratodecreciente.
2						f-d	g-p	79	52.08			Caliza gris, estratificación delgada medio, estratodecreciente.
1						d	g-p	78	51.50			

Figura 31. Columna litoestratigráfica J

4.4 Cálculo de reservas del prospecto calmar

Tabla 4. Bloque Oeste

Tabla 4: Bloque Oeste										
Promedio	Reserva por	Espesor	Ley	Ley	Área	Peso		Factor	Toneladasx	
espesor de	unidad	promedio	promedia	promedia	m²	específico	t	erosión	Factor	
unidades	estratigráfica	(metros)	%CaO	%CaCO3		ton/m³			erosion	
a	70	Indicada	44	49.19	87.84	1,000,00	2.6	114,400.000	0.65	74,360.000
		Inferida	26	49.19	87.84	1,000.000	2.6	67,600.000	0.65	43,940.000
b	46	Indicada	52.5	50.24	89.72	1,000.000	2.6	136,500.000	0.65	88,725.000
		Inferida	-7	50.24	89.72	1,000.000	2.6	-16,900.000	0.65	-10,985.000
c	40	Indicada	38.5	50.51	90.19	1,000.000	2.6	100,100.000	0.65	65,065.000
		Inferida	2	50.51	90.19	1,000.000	2.6	3,900.000	0.65	2,535.000
d	45	Indicada	31.25	50.71	90.55	1,000.000	2.6	81,250.000	0.65	52,812.500
		Inferida	13.75	50.71	90.55	1,000.000	2.6	35,750.000	0.65	23,237.500
Total, indicada							432,250.000			280,962.500
Total, inferida							90,350.000			58,727.500
Total							522,600.000			339,690.000

Bloque Oeste	Ley CaCO3			Total t
	< 88%	88 - 90 %	> 90%	
Reservas indicadas	74,360.000	88,725.000	117,877.500	280,962.500
Reservas inferidas	43,940.000	-10,985.000	25,772.500	58,727.500
Total General				339,690.000

Tabla 5. Bloque Este-Norte

Tabla 3: Bloque Este-Norte										
Promedio espesor de unidades estratigráficas	Reserva por unidad estratigráfica	Espesor promedio (metros)	Ley promedia %CaO	Ley promedia %CaCO3	Área m²	Peso especifico ton/m³	t	Factor erosión	Toneladas x Factor erosion	
a	70	Indicada	52.00	49.790	88.91	1,000.000	2.60	135,200,000	0.75	101,400.000
		Inferida	18.00	49.790	88.91	1,000.000	2.60	46,800.000	0.75	35,100.000
b	46	Indicada	52.00	51.743	92.40	1,000.000	2.60	135,200.000	0.75	101,400.000
		Inferida	-6.00	51.743	92.40	1,000.000	2.60	-15,600.000	0.75	-11,700.000
c	40	Indicada	50.00	46.831	83.63	1,000.000	2.60	130,000.000	0.75	97,500.000
		Inferida	-10.00	46.831	83.63	1,000.000	2.60	-26,000.000	0.75	-19,500.000
d	45	Indicada	42.00	48.030	85.77	1,000.000	2.60	109,200.000	0.75	81,900.000
		Inferida	3.00	48.030	85.77	1,000.000	2.60	7,800.000	0.75	5,850.000
Total indicada							509,600.000		382,200.000	
Total inferida							13,000.000		9,750.000	
Total							522,600.000		391,950.000	

Bloque Este-Norte	Ley CaCO ₃			Total t
	< 88%	88 - 90 %	> 90%	
Reservas indicadas	179,400.000	101,400.000	101,400.000	382,200.000
Reservas inferidas	-13,650.000	35,100.000	-11,700.000	9,750.000
Total, General				391,950.000

Tabla 6. Bloque Este-Sur

Promedio espesor de unidades	Reserva por unidad estratigráfica	Espesor promedio (metros)	Ley Promedia %CaO	Ley Promedia %CaCO ₃	Área m ²	Peso específico t/m ³	t	Factor erosión	Toneladas x Factor erosion
a 70	Indicada	51.500	46.95	83.83	1,000.000	2.60	133,900.000	0.70	93,730.000
	Inferida	18.500	46.95	83.83	1,000.000	2.60	48,100.000	0.70	33,670.000
b 46	Indicada	38.667	49.58	88.53	1,000.000	2.60	100,533.333	0.70	70,373.333
	Inferida	7.333	49.58	88.53	1,000.000	2.60	19,066.667	0.70	13,346.667
c 40	Indicada	33.667	51.05	91.15	1,000.000	2.60	87,533.333	0.70	61,273.333
	Inferida	6.333	51.05	91.15	1,000.000	2.60	16,466.667	0.70	11,526.667
d 45	Indicada	36.000	51.83	92.56	1,000.000	2.60	93,600.000	0.70	65,520.000
	Inferida	9.000	51.831	92.56	1,000.000	2.60	23,400.000	0.70	16,380.000
Total indicada							415,566.667		290,896.667
Total inferida							107,033.333		74,923.333
Total							522,600.000		365,820.000

Bloque Este-Sur	Ley CaCO ₃			Total t
	< 88%	88 - 90 %	> 90%	
Reservas indicadas	93,730.000	70,373.333	126,793.333	290,896.667
Reservas inferidas	33,670.000	13,346.667	27,906.667	74,923.333
Total General				365,820.000

4.5 Resumen del total de reservas del prospecto calmar

Tabla 7. Resumen del total de reservas del prospecto Calmar

Total reservas Calmar	Bloque Oeste	Bloque Este Norte	Bloque Este- Sur	Total t
Reservas Indicadas	280,962.500	382,200.000	290,896.667	954,059.167
Reservas inferidas	58,727.500	9,750.000	74,923.333	143,400.833
Total General	339,690.000	391,950.000	365,820.000	1,097,460.000

4.6 Vistas fotográficas



Figura 32. Parte superior del perfil "B", donde se tomó la muestra N°21



Figura 33. Último tramo del perfil "A", donde se tomó la muestra N°13



Figura 34. Vista panorámica del afloramiento del perfil "C"



Figura 35. Tramo de la muestra N°44 del perfil "E"



Figura 36. Perfil "G", Muestra N°55



Figura 37. Tramo de calizas cavernosas del perfil "H", muestra N°71

CONCLUSIONES

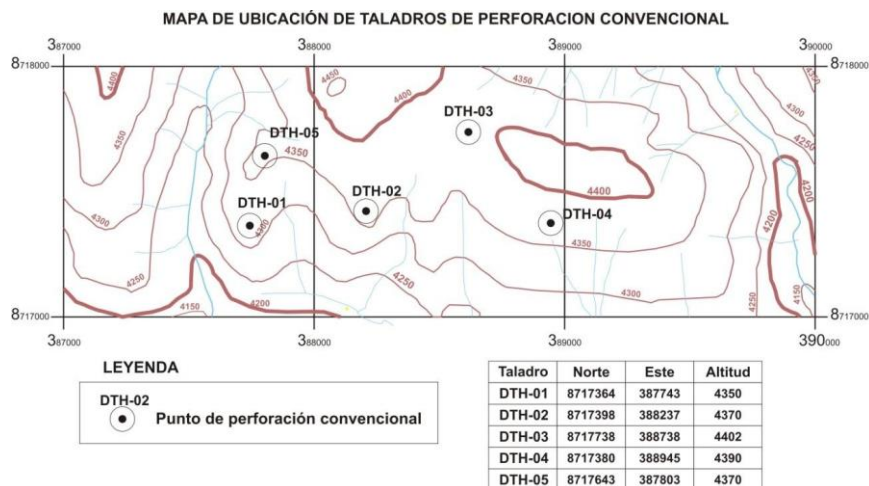
1. Las calizas de interés prospectivo son netamente jurásicas (grupo Pucará).
2. Las calizas del proyecto Calmar están poco deformadas y tienen baja presencia de secuencias dolomíticas y sílice.
3. En el prospecto minero Calmar, el bloque “B-EN”, presenta mejor potencial, seguido de “B-ES” y B-O”
4. En general en el prospecto minero Calmar, en las unidades superiores mejora el comportamiento de CaO , mientras que en la base es menor. Sin embargo, en el perfil “H”, que se ubica en el bloque B-EN; en la base y al medio, el CaO tiene mejores valores.
5. Se tiene la siguiente cubicación de reservas:

Total reservas Calmar	Bloque Oeste	Bloque Este Norte	Bloque Este- Sur	Total t
Reservas Indicadas	280,962.500	382,200.000	290,896.667	954,059.167
Reservas inferidas	58,727.500	9,750.000	74,923.333	143,400.833
Total General	339,690.000	391,950.000	365,820.000	1,097,460.000

6. Sobre la base del resultado de los muestreos realizados, nos indica que estamos frente a un yacimiento con valores aceptables, y según los cálculos preliminares de reservas minerales, las posibilidades del yacimiento son favorables para la Calera de Chinalco, que está en construcción en el Anexo de Pachachaca, distrito y provincia de Yauli, o para las cementeras Inka y Mixercom, ubicadas en la ciudad de Lima.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una sección tipo detallada para mejorar el “grosor patrón” y seguidamente cubicar con perforaciones diamantinas.
2. Se recomienda una etapa de perforación convencional (perforación diamantina), considerando los puntos de perforación indicados más abajo.



3. Realizar un estudio de costos para saber si es rentable, o no, llevar la caliza a la fábrica Cementos Inka (dada que esta cementera no tiene cantera de caliza) o a la Calera Luren (quien compra travertino de las canteras de Pachacayo).
4. Iniciar conversaciones con las comunidades campesinas, en donde está ubicada la concesión minera, para a futuro poder obtener los permisos y realizar el convenio respectivo, cuando llegue el momento de poner en explotación la concesión minera.
5. Las Direcciones Regionales de Energía y Minas (DREM), en donde los productores mineros artesanales PMA, y los pequeños productores mineros PPM tramitan sus petitorios mineros, planes de minado, declaración de impacto ambiental DIA, instrumento de gestión ambiental correctivo IGAC, certificado de operación minera COM, plan de cierre de minas, etc. deben contratar a los profesionales más capacitados e idóneos, para agilizar los trámites respectivos, y no demorar dichos tramites. Después de cada cambio de gobierno regional, contratan en las DREMs, a profesionales sin ninguna experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PEREZ, Franklin. Estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Chiclayo : Universidad César Vallejo, 2019, 93 pp.
2. MOSQUERA, Erick. Evaluación de las canteras de la provincia de San Martín para su utilización en obras civiles. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, 2011, 378 pp.
3. PIÉROLA, Demetrio. Optimización del plan de minado de cantera de caliza La Unión distrito de Baños del Inca –Cajamarca 2015. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Puno : Universidad del Altiplano, 2017, 189 pp.
4. MENDOZA, Martha y URBINA, Islem. Diagnóstico geológico minero ambiental de las canteras de caliza en el departamento del Cesar. *Revista Agunkuyâa*, 2017, 2, 25-41.
5. GUEVARA, Freddy. Mejoramiento de la productividad en la compañía Mamut Andino S.A. en el área de explotación de caliza. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Guayaquil : Escuela Superior Politecnica del Litoral, 2005, 62 pp.
6. VALENZUELA, Greyss y BUENDÍA, César. Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo : Universidad Continental, 2020, 111 pp.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿De qué manera la evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar?	Determinar si la evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar.	La evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica
¿De qué manera la evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas del prospecto minero Calmar?	Determinar si la evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas del prospecto minero Calmar.	La evaluación geológica será factible para el cálculo de reservas del prospecto minero Calmar.
¿De qué manera la evaluación geológica será factible para la estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar?	Determinar si la evaluación geológica será factible para la estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar.	La evaluación geológica será factible para la estimación de recursos minerales del prospecto minero Calmar.