



Trabajo Especial de Grado
Yoxela Corniel

**ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA CANTERA EL MELERO
UBICADA EN EL DISTRITO CRISTOBAL ROJAS
MUNICIPIO CHARALLAVE
ESTADO MIRANDA**

Tutor Académico:
Prof. (a): Carolina Machillanda

Caracas, mayo de 2010

I. INTRODUCCIÓN

Objetivo General

Objetivos Específicos

Área de Estudio

Metodología

II. FISIOGRAFÍA

III. GEOLOGÍA REGIONAL

IV. GEOLOGÍA LOCAL

V. GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS

VI. CONCLUSIONES

VII. RECOMENDACIONES

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio geológico de la cantera El Melero, ubicado en el Distrito Cristóbal Rojas del Estado Miranda, para generar un modelo geológico actualizado del yacimiento y estimar el volumen de las reservas geológicas existentes en el mismo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Compilar información bibliográfica (estudios previos, regionales o puntuales), así como la fisiografía de la zona de estudio.
- ✓ Realizar el levantamiento geológico de la cantera.
- ✓ Colectar muestras de las distintas litologías encontradas en la cantera.

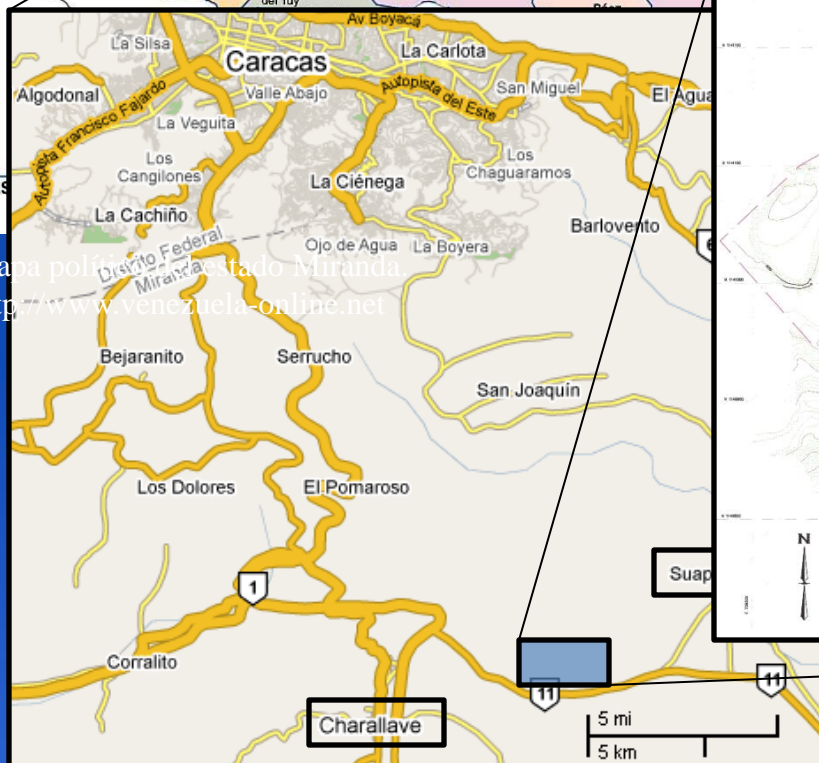
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar ensayos y análisis químico mediante fluorescencia de rayos X.
- ✓ Realizar análisis petrográfico a las muestras colectadas.
- ✓ Elaborar perfiles de concentración .

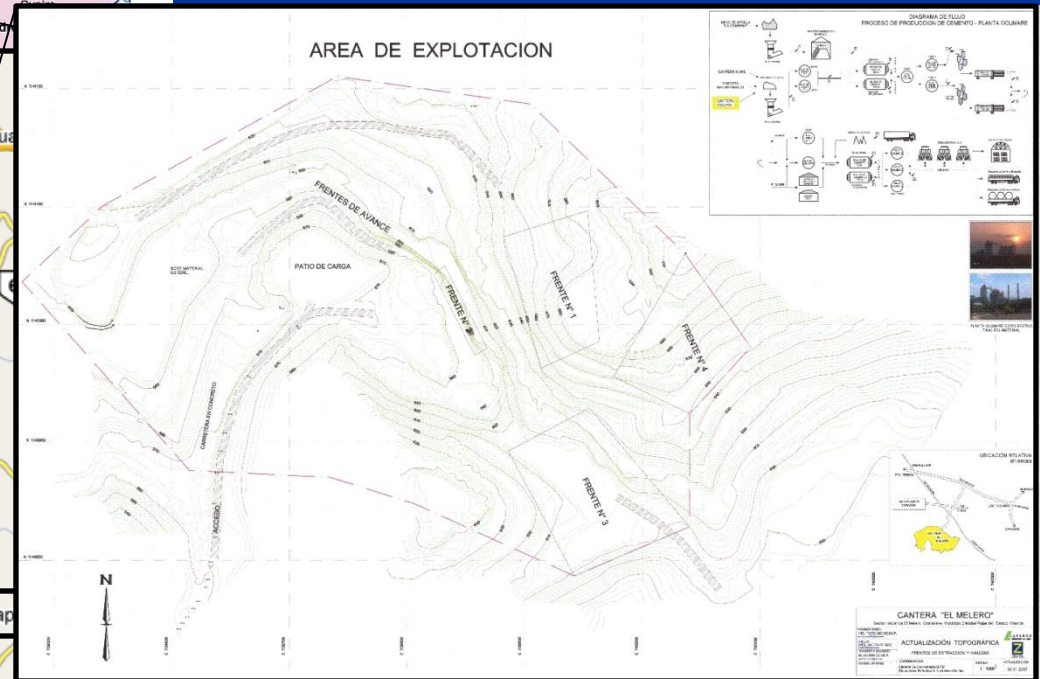
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar perfiles geológicos de la zona de estudio.
- ✓ Estimar el volumen de las reservas del yacimiento.
- ✓ Elaborar un mapa y modelo geológico del yacimiento.

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Mapa político del estado Miranda
<http://www.venezuela-online.net>



Mapa topográfico de la zona de estudio.
Tomado de F.N.C., 2010

Imagen satelital del estado Miranda. <http://maps.google.es/>

METODOLOGÍA

ETAPA COMPILATORIA

Revisión bibliográfica

Revisión de mapas topográficos

Revisión de métodos de muestreo

ETAPA DE CAMPO

Ubicación de Afloramientos

Levantamiento geológico

- Descripción Litológica: Textura, tamaño de grano, meteorización, dureza.
- Descripción de rasgos estructurales: características geométricas y grado de deformación.
- Recolección de muestras: cada tipo litológico

ETAPA DE LABORATORIO Y OFICINA

Elaboración de secciones finas y ensayos químicos

Análisis de datos recopilados en la etapa de campo

Análisis petrográficos y químicos

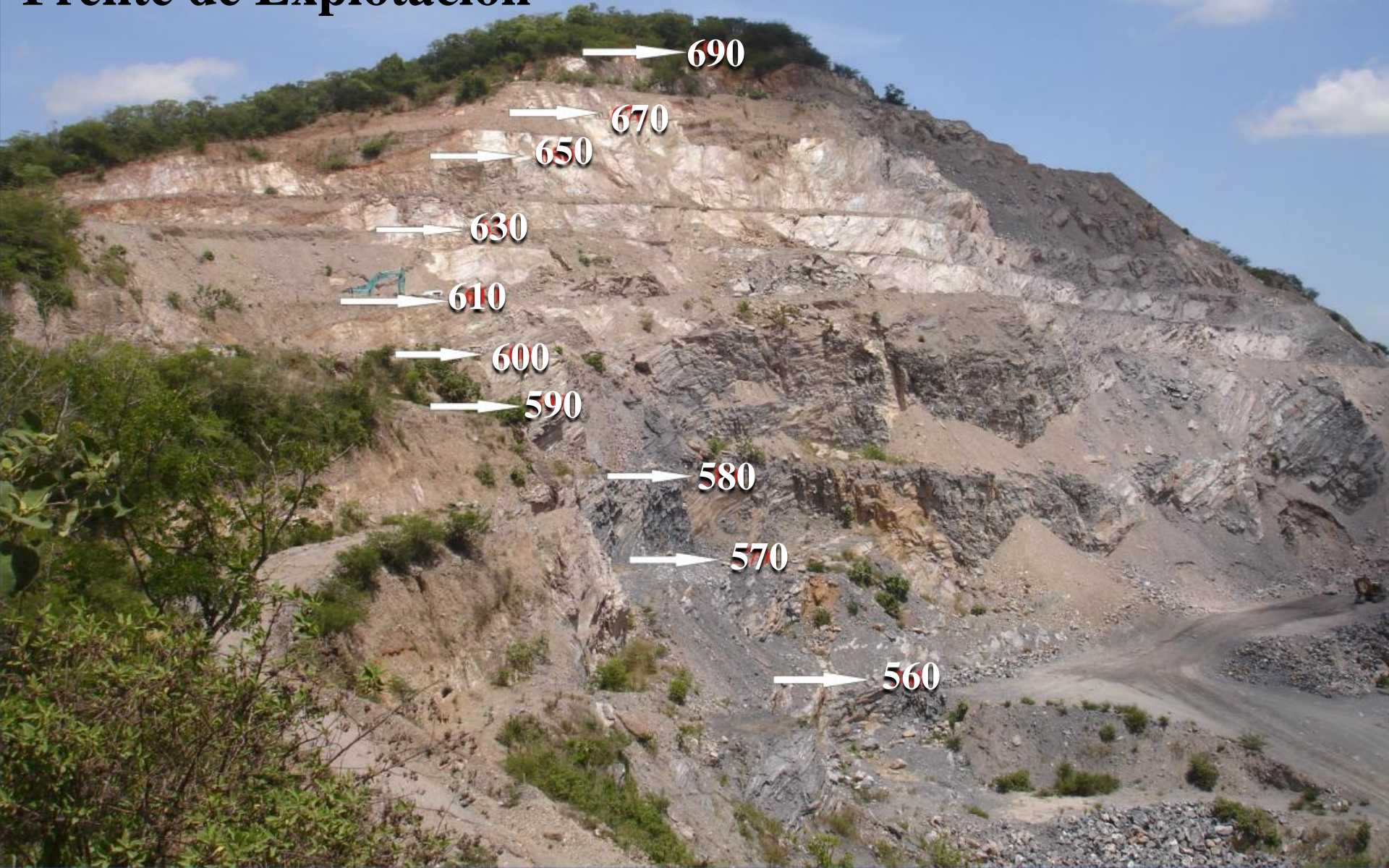
Elaboración de secciones, mapas y modelo geológico

N



S

Frente de Explotación



690

670

650

630

610

600

590

580

570

560

LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO

- ✓ Ubicación de afloramientos.
- ✓ Descripción de los tipos litológicos observados.
- ✓ Medición de los rasgos estructurales.
- ✓ Recolección y denominación de muestras.

ENSAYOS QUÍMICOS



1



2



3



4

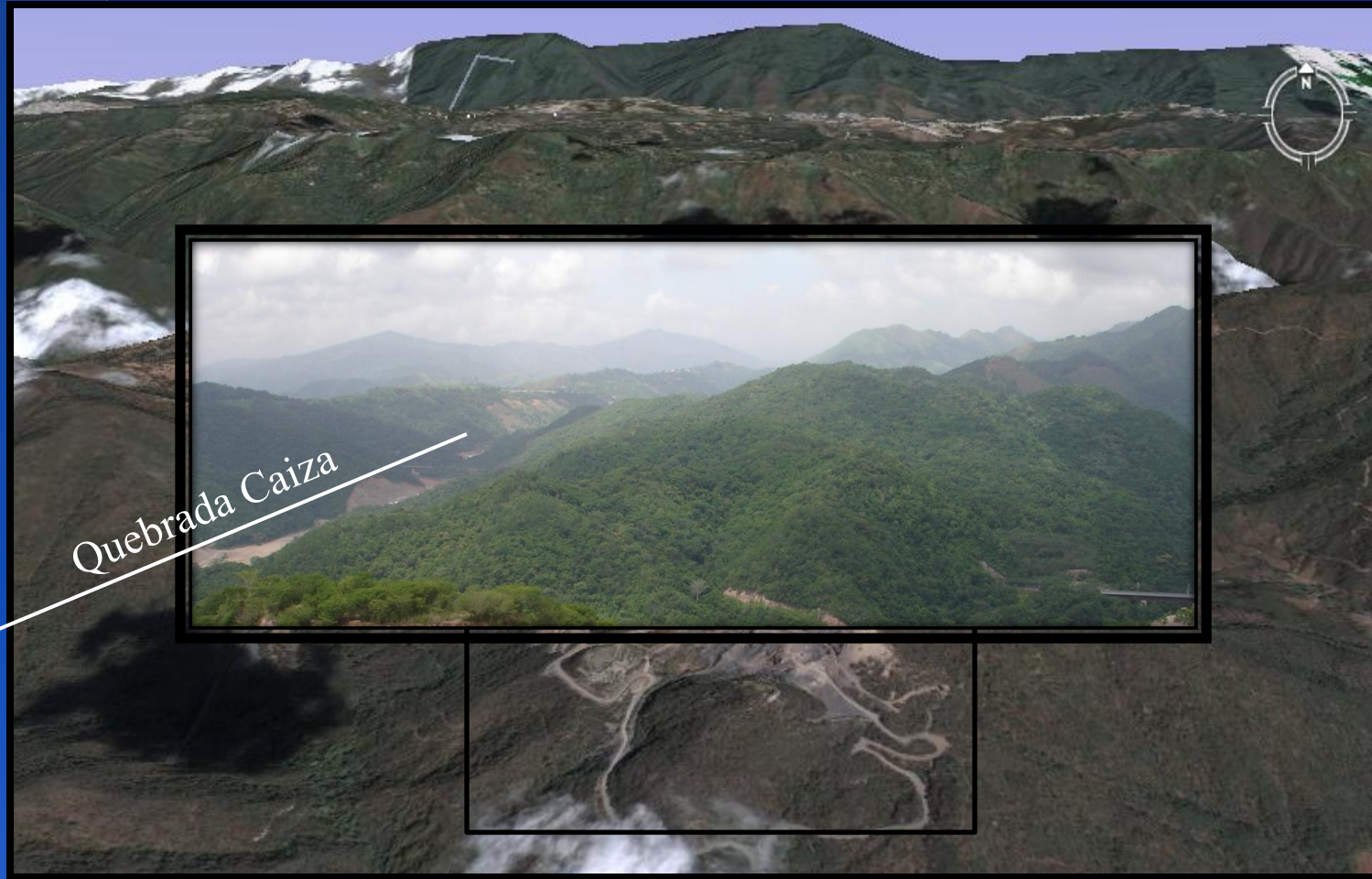


5



6

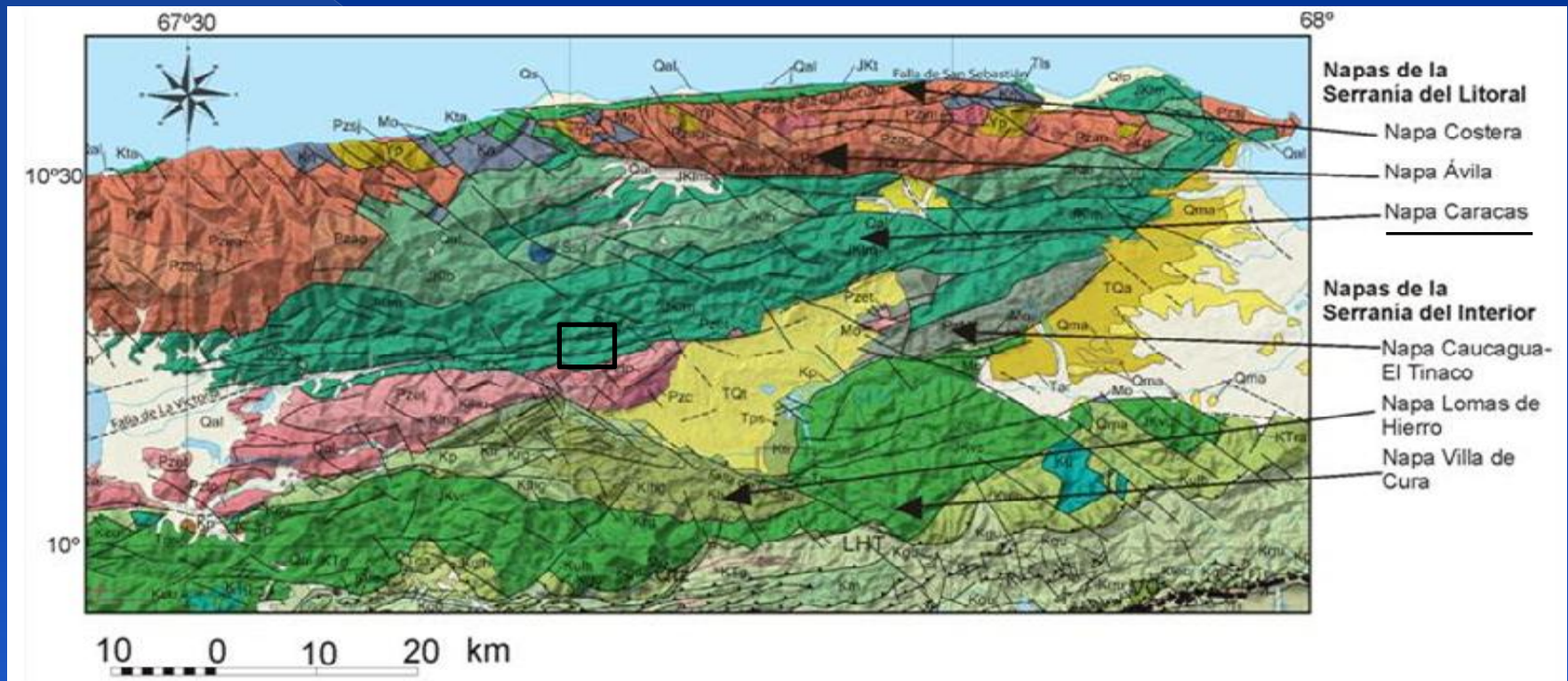
II. GEOGRAFÍA FÍSICA



Quebrada Caiza

Relieve visto de satélite de la zona de estudio. (Tomado y Modificado de Google Earth, 2010).

III. GEOLOGÍA REGIONAL



Mapa geológico estructural de Venezuela. Tomado y modificado FUNVISIS, 2006.

✓ UNIDADES LITOLÓGICAS

- Unidad de Filitas (F)
- Unidad de Esquistos Calcáreos Micáceos (ECM)
- Unidad de Esquistos Calcáreos Grafíticos (ECG)
- Unidad de Mármoles

En capas delgadas (MCD)

En capas gruesas (MCG)

Masivos (MM)

- Unidad de Filitas (F)



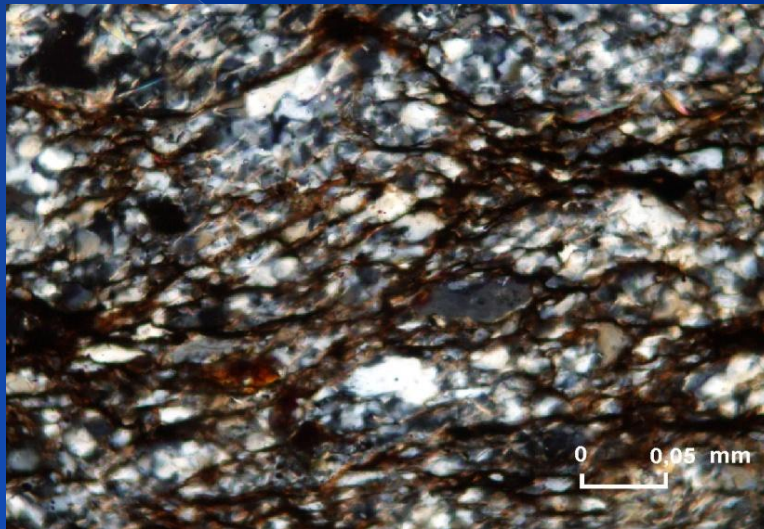
Ocupan aproximadamente el 15% del área de estudio.

Se encuentran en contacto con los esquistos calcáreos micáceos hacia el sur del área de estudio.



DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MUESTRAS DE MANO

Sección Fina



Muestra de Mano



Muestra	MMe13
Ubicación	P27; N640
Descripción General	La roca se observa con un brillo satinado y superficie ondulada. En la superficie presenta abundante sericita.
Composición Mineralógica	%Micas(moscovita-sericita-biotita)= 30; %Cuarzo=40; %Calcita= 25; %Óxidos de hierro: 5
Textura	Foliada
Facies Metamórfica	Esquistos Verdes
Nombre de la Roca	FILITA

Composición Química: %CaO 12,09; %Fe₂O₃ 5,01; %SiO₂ 58,53; %MgO 0,84; %Al₂O₃ 12,69; %CaCO₃ 21,56

- Unidad de Esquistos Calcáreos Micáceos (ECM)

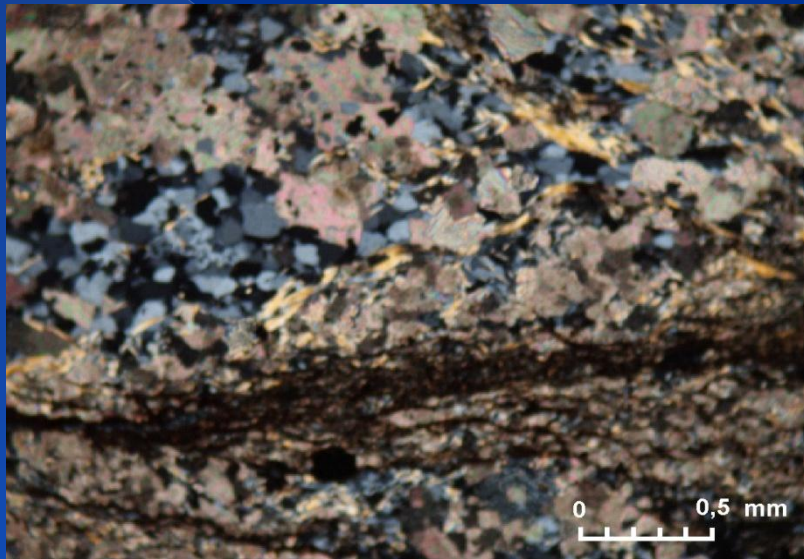
Comprenden aproximadamente el 25% de la totalidad de la zona de explotación. .



Se encuentran en contacto hacia el norte con las filitas, hacia el suroeste con los esquistos calcáreos grafitosos y hacia el sur con la unidad de mármoles.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MUESTRAS DE MANO

Sección Fina



Muestra de Mano



Muestra	MMe17
Ubicación	P23-N630
Descripción General	Se observa una roca maciza bandeada, con una capa de sericita y vetas delgadas de calcita.
Composición Mineralógica	% Calcita=60; % Cuarzo=15; % Fe ₂ O ₃ =8; % Micas=12; % Clorita= 5
Textura	Foliada
Facies Metamórfica	Esquistos Verdes
Nombre de la Roca	ESQUISTO CALCÁREO MICÁCEO

Composición Química: %CaO 40,51; %Fe₂O₃ 0,98; %SiO₂ 18,53; %MgO 0,28; %Al₂O₃ 2,23; %CaCO₃ 72,27

- Esquistos Calcáreos Grafitosos (ECG)

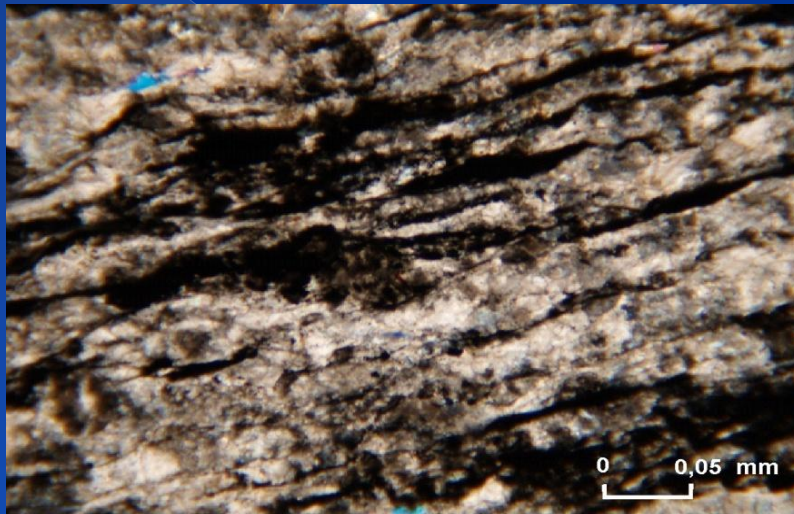


Abarcan un espacio de aproximadamente del 15% de la cantera. Se encuentran en contacto hacia el sur con el mármol en capas delgadas y hacia el norte con las filitas y los esquistos calcáreos micáceos.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MUESTRAS DE MANO

Sección Fina

Muestra de Mano



Muestra	MMe28
Ubicación	P46-N590
Descripción General	Se observa una roca maciza gris oscuro, con vetas de calcita.
Composición Mineralógica	%Cuarzo=15; %Calcita=75; %Micas=5; %Fe ₂ O ₃ =5; %Grafito= 15
Textura	Foliada
Facies Metamórfica	Esquistos Verdes
Nombre de la Roca	ESQUISTO CALCÁREO GRAFITOSO

Composición Química: %CaO 39,95; %Fe₂O₃ 0,75; %SiO₂ 18,97; %MgO 0,26; %Al₂O₃ 2,24; %CaCO₃ 71,271

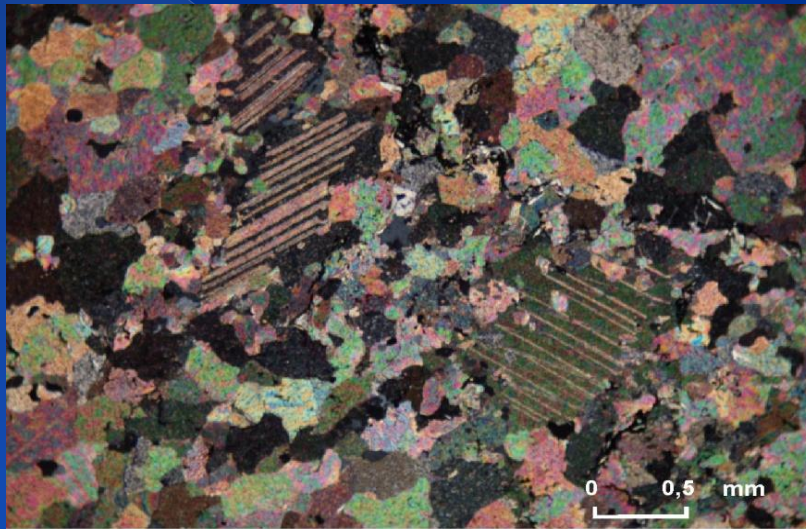
- Unidad de Mármoles
En capas delgadas (MCD)



DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MUESTRAS DE MANO

Sección Fina

Muestra de Mano



Muestra	MMe27
Ubicación	P47-N600
Descripción General	Se observa una roca gris verdosa maciza con vetas de calcita.
Composición Mineralógica	% Cuarzo=10; % Calcita=75; % Micas=7; % Fe ₂ O ₃ = 3; % Feldespato (ortosa)=5
Textura	Granoblástica
Facies Metamórfica	Esquistos Verdes
Nombre de la Roca	MÁRMOL

Composición Química: %CaO 43,27; %Fe₂O₃ 1,05; %SiO₂ 13,67; %MgO 0,25; %Al₂O₃ 2,77; %CaCO₃ 77,19

En capas gruesas (MCG)



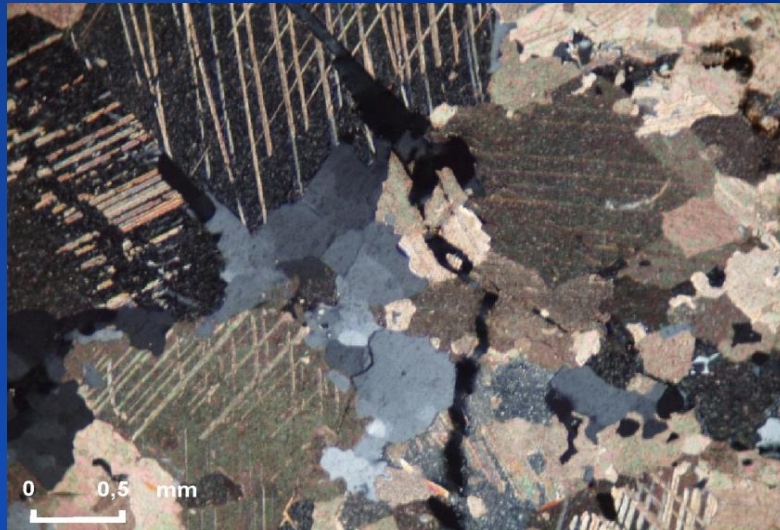
Constituyen horizontes discontinuos y paralelos a la dirección del afloramiento y en volumen económicamente rentable.



DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MUESTRAS DE MANO

Sección Fina

Muestra de Mano



Muestra	MMe14
Ubicación	P29- N620
Descripción General	Se observa una fina capa de sericita y vetas de calcita. CM: Marron grisáceo;CF: Gris verdoso
Composición Mineralógica	%Calcita=75; %Cuarzo=10; %Micas= 13; %Grafito=3
Textura	Granoblástica
Facies Metamórfica	Esquistos Verdes
Nombre de la Roca	MÁRMOL

Composición Química: %CaO 47,48; %Fe₂O₃ 0,52; %SiO₂ 8,34; %MgO 0,25; %Al₂O₃ 1,35; %CaCO₃ 84,70

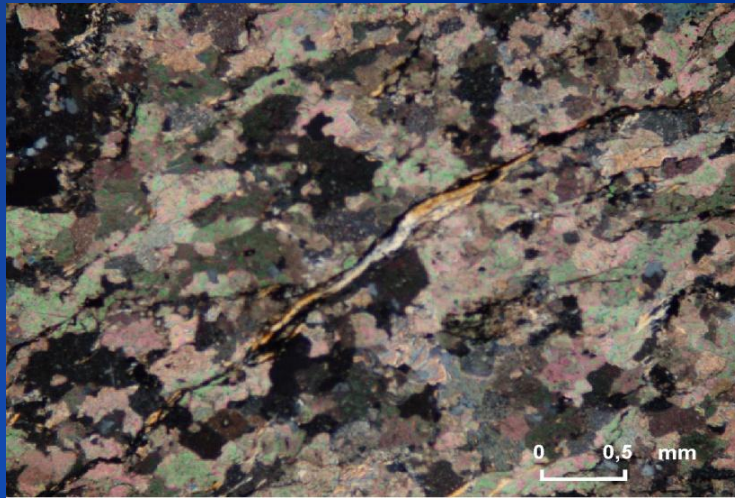
Masivos (MM)



DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA Y MUESTRAS DE MANO

Sección Fina

Muestra de Mano



Muestra	MMe29
Ubicación	P51-N570
Descripción General	Se observa una roca gris verdosa con vetas de calcita y cantidades pequeñas de micas
Composición Mineralógica	%Cuarzo=10; %Calcita=70; %Micas=10; %Grafito=5, %Óxidos de hierro=5
Textura	Granoblástica
Facies Metamórfica	Esuistos Verdes
Nombre de la Roca	MÁRMOL BANDEADO

Composición Química: %CaO 48,56; %Fe₂O₃ 0,51; %SiO₂ 8,49; %MgO 0,3; %Al₂O₃ 0,9; %CaCO₃ 86,63

Análisis químico de las muestras colectadas en campo.

PUNTO	MUESTRA	%CaO	%Fe ₂ O ₃	%SiO ₂	%MgO	%Al ₂ O ₃	%CaCO ₃
P7	MMe2	24,1	3,14	39,9	0,77	5,63	42,994
P9	MMe4	44,07	0,68	11,09	0,49	1,62	78,621
P14	MMe7	47,6	0,38	6,98	0,34	0,89	84,918
P17	MMe9	40,78	0,88	19,68	0,29	1,76	72,752
P38	MMe21	42,03	0,85	14,78	0,34	2	74,982
P36	MMe20	33,19	1,79	26,53	0,35	3,8	79,211
P25	MMe12	33,29	1,55	24,96	0,32	1,72	59,389
P39	MMe23	43,05	0,63	15,24	0,54	2	76,801
P10	MMe5	44,13	1,07	14,71	0,53	1,6	78,728
P33	MMe18	43,85	1,28	14,91	0,29	0,81	78,228
P27	MMe13	12,09	5,01	58,53	0,84	12,69	21,569
P41	MMe24	17,78	3,06	34,03	0,21	7,63	29,560
P30	MMe16	33,02	1,37	28,29	0,3	2,66	58,908
P33	MMe15	49,03	0,48	7,88	0,29	0,97	87,470
P29	MMe14	47,48	0,52	8,34	0,25	1,35	84,704
P51	MMe29	48,56	0,51	8,49	0,3	0,9	86,631
P8	MMe3	41,58	1,18	16,51	0,25	2,02	74,179
P20	MMe11	36,91	1,39	20,24	0,86	1,85	65,847
P16	MMe8	46,89	0,52	8,56	0,58	1,61	83,652
P56	MMe33	39,53	1,72	16,29	0,28	3,35	70,522
P55	MMe32	27,22	4,45	28,81	0,22	4,69	48,560
P44	MMe25	35,19	1,22	21,22	0,24	2,79	42,779
P47	MMe27	43,27	1,05	13,67	0,25	2,77	77,194
P46	MMe28	39,95	0,75	18,97	0,26	2,24	71,271
P23	MMe17	40,51	0,98	18,53	0,28	2,23	72,270
P47	MMe27	42,29	0,65	7,72	0,19	1,2	75,445
P1	MMe1	34,56	1,2	18,9	0,25	1,95	61,655
P45	MMe26	42,15	0,98	13,15	0,25	1,97	75,196
P52	MMe30	46,05	6,1	56,68	0,41	13,45	79,713
P54	MMe31	31,35	3,76	12,45	0,8	4,89	55,928

- Cálculo de concentración de carbonato de calcio

En primer lugar

$$\frac{\text{PM (CaCO}_3\text{)}}{\text{PM (CaO)}} = 1,784$$

En segundo lugar

$$\% \text{CO}_2 = \frac{\% \text{CaO} * \text{PM CO}_2}{\text{PM CaO}}$$

Sabiendo que la ecuación estequiométrica es:



- Ejemplo: Para MMe14

Para el primer caso: %CaO $47,48 * 1,784 = 84,70$

Para el segundo caso: sabiendo que P.A (Ca)= 44;
P.A (C)= 12; P.A (O)= 16

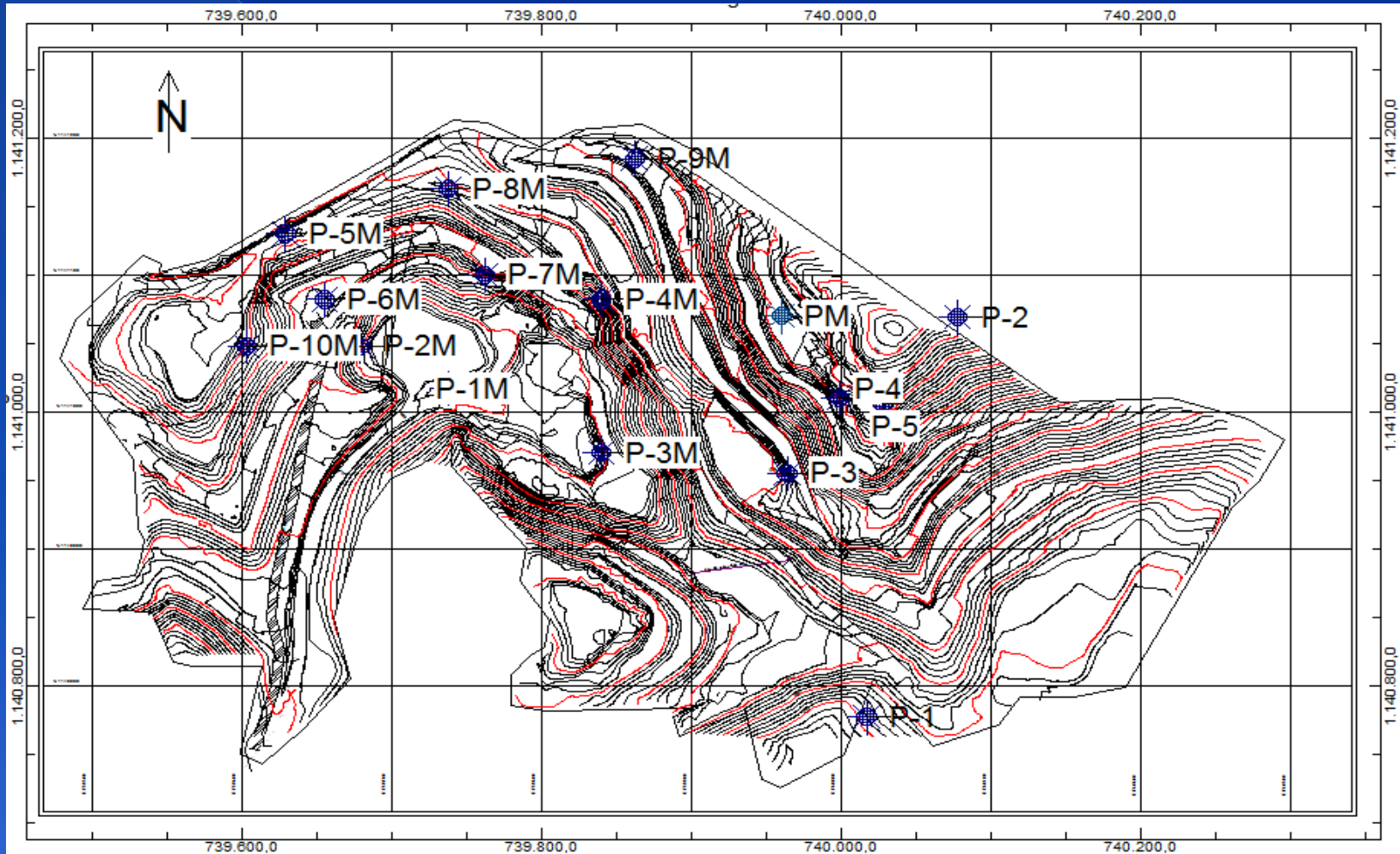
$$\%CO_2 = \frac{\%CaO * PM CO_2}{PM CaO}$$

$$\%CO_2 = 47,48 * 12 + 16(2) = 2089,12 / 44 + 16 = 36,81\%$$

Por la relación estequiométrica:

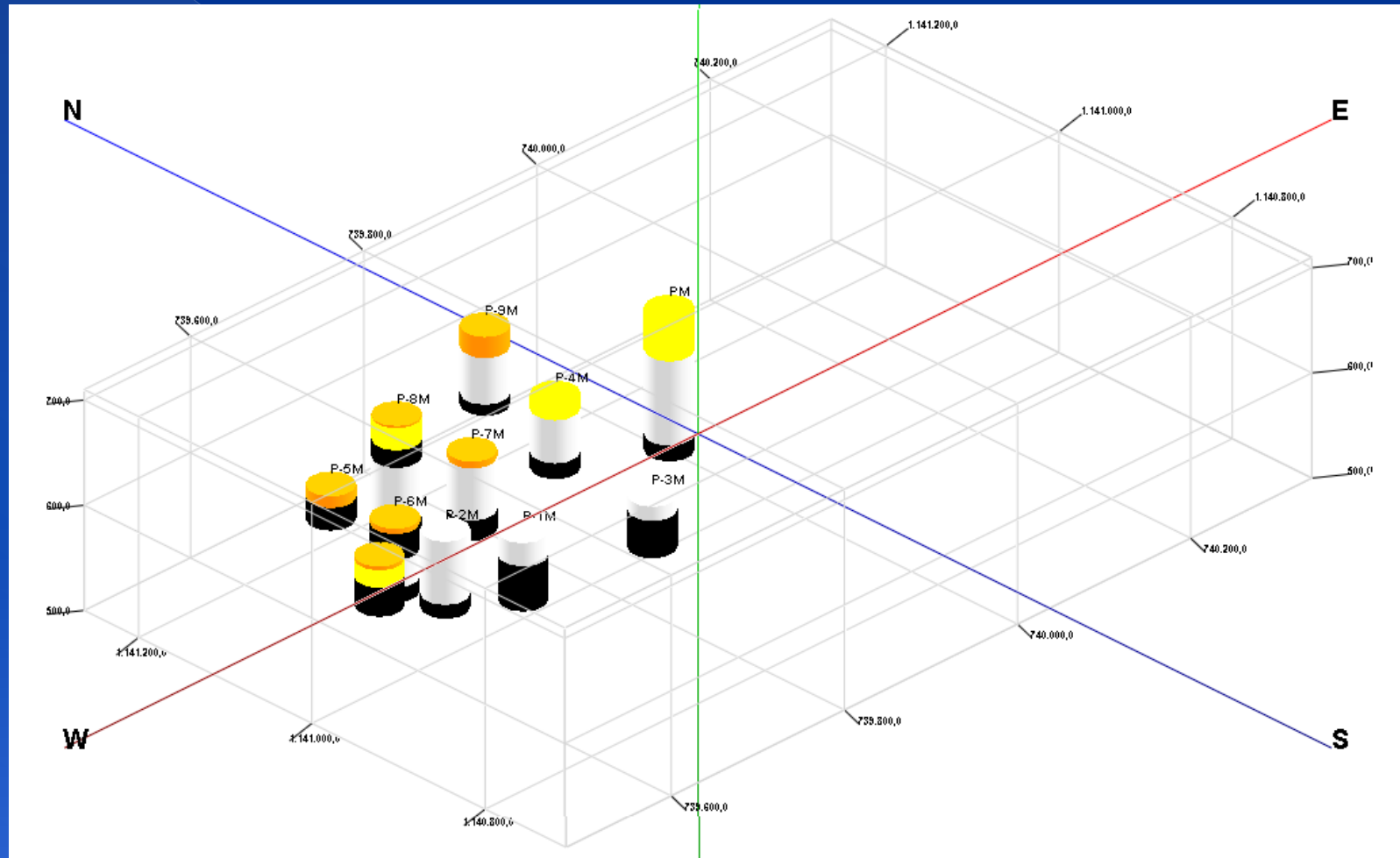


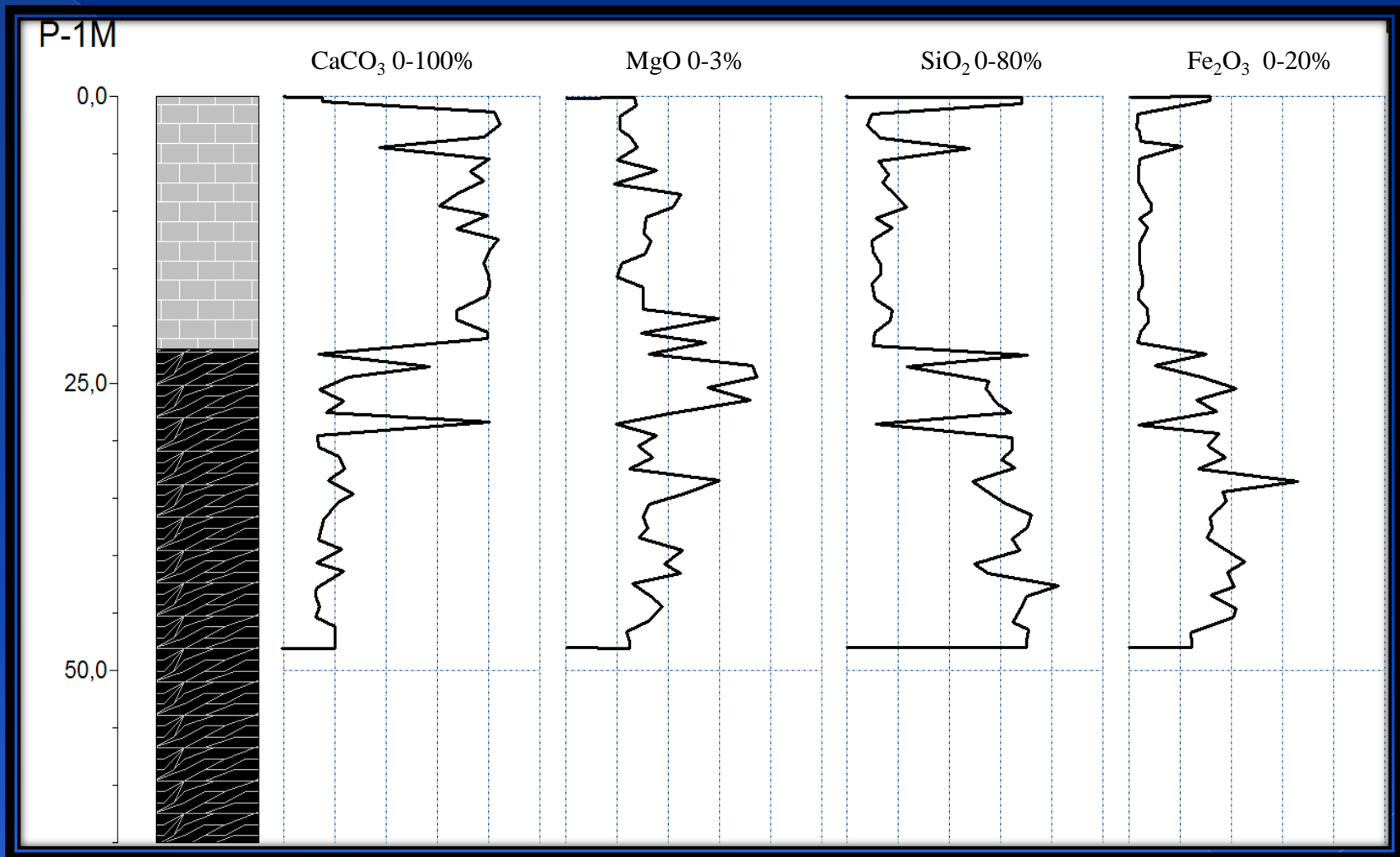
✓ ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS DATOS DE LAS PERFORACIONES



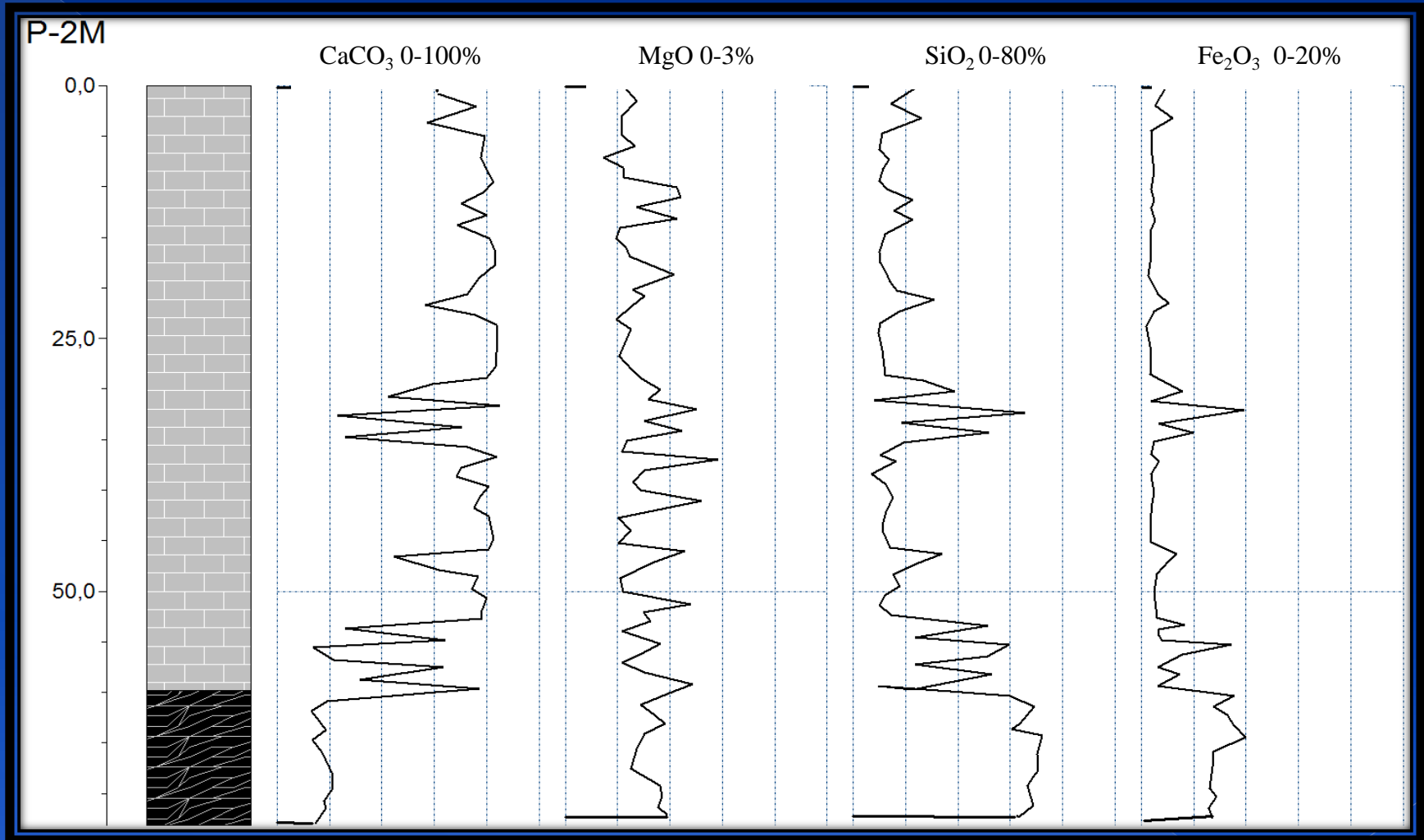
Plano topográfico del área de estudio con ubicación de las perforaciones.

Distribución de las perforaciones en profundidad.

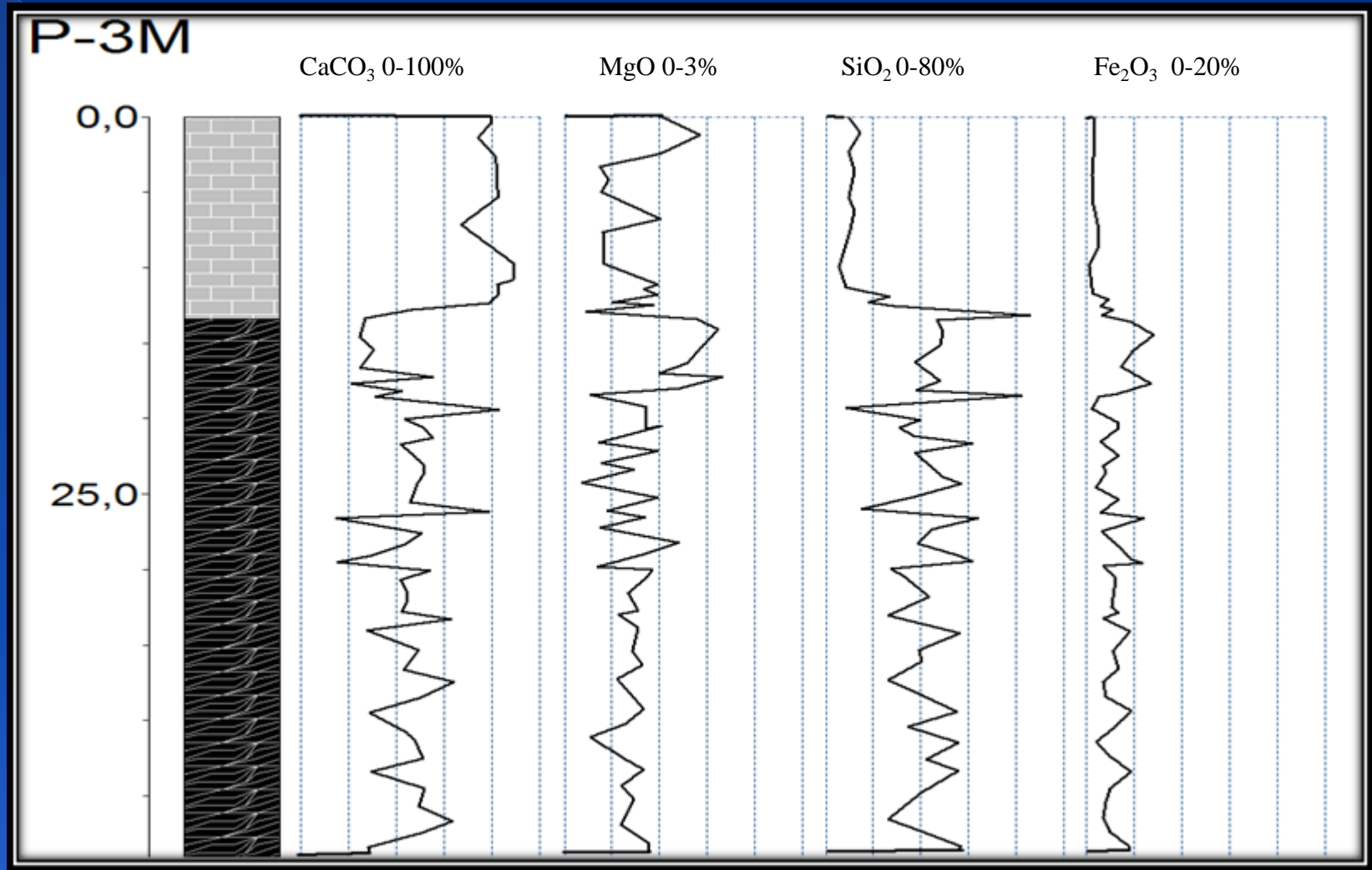




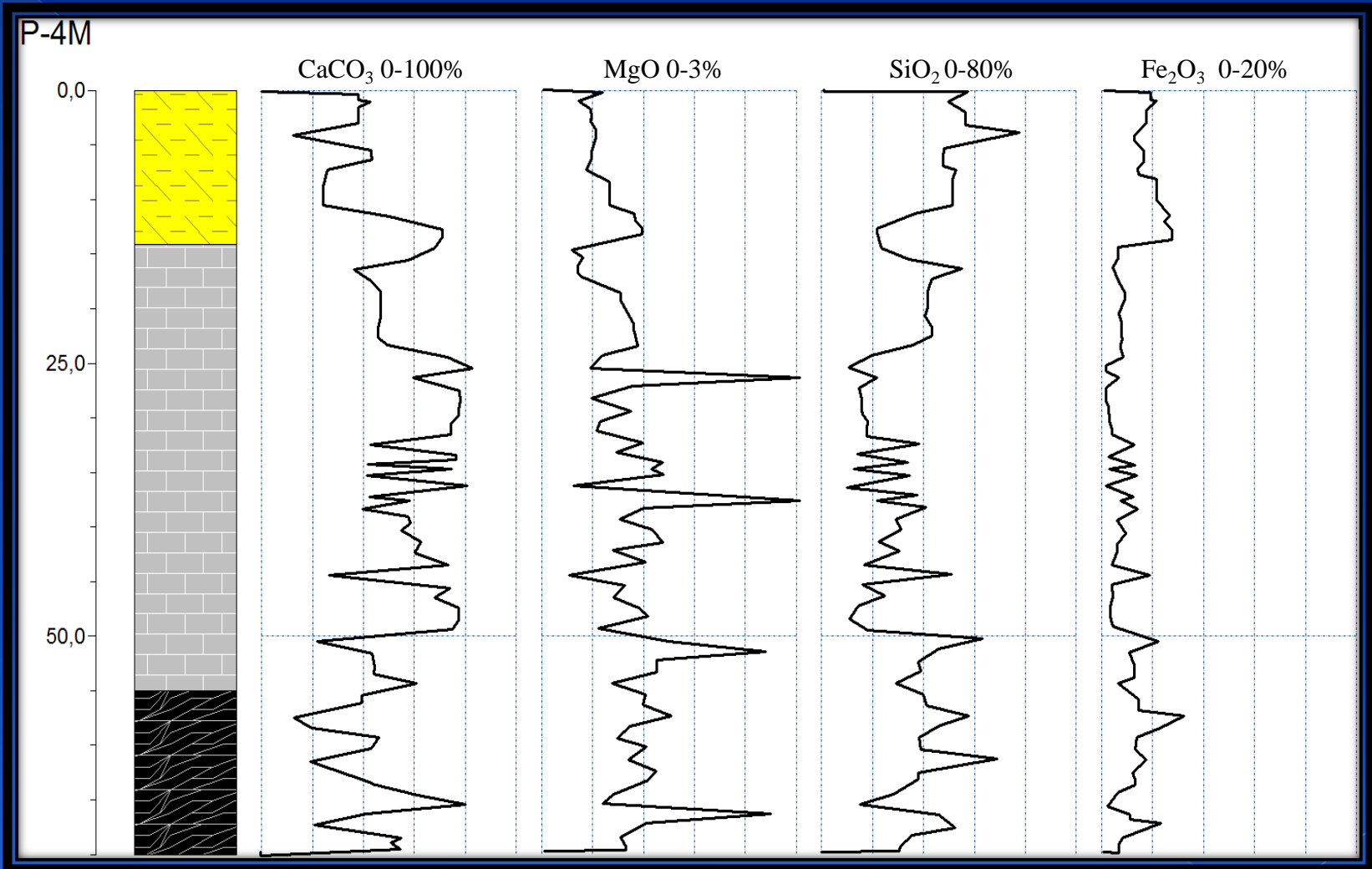
Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO₃, MgO, SiO₂ y Fe₂O₃ en p/p.



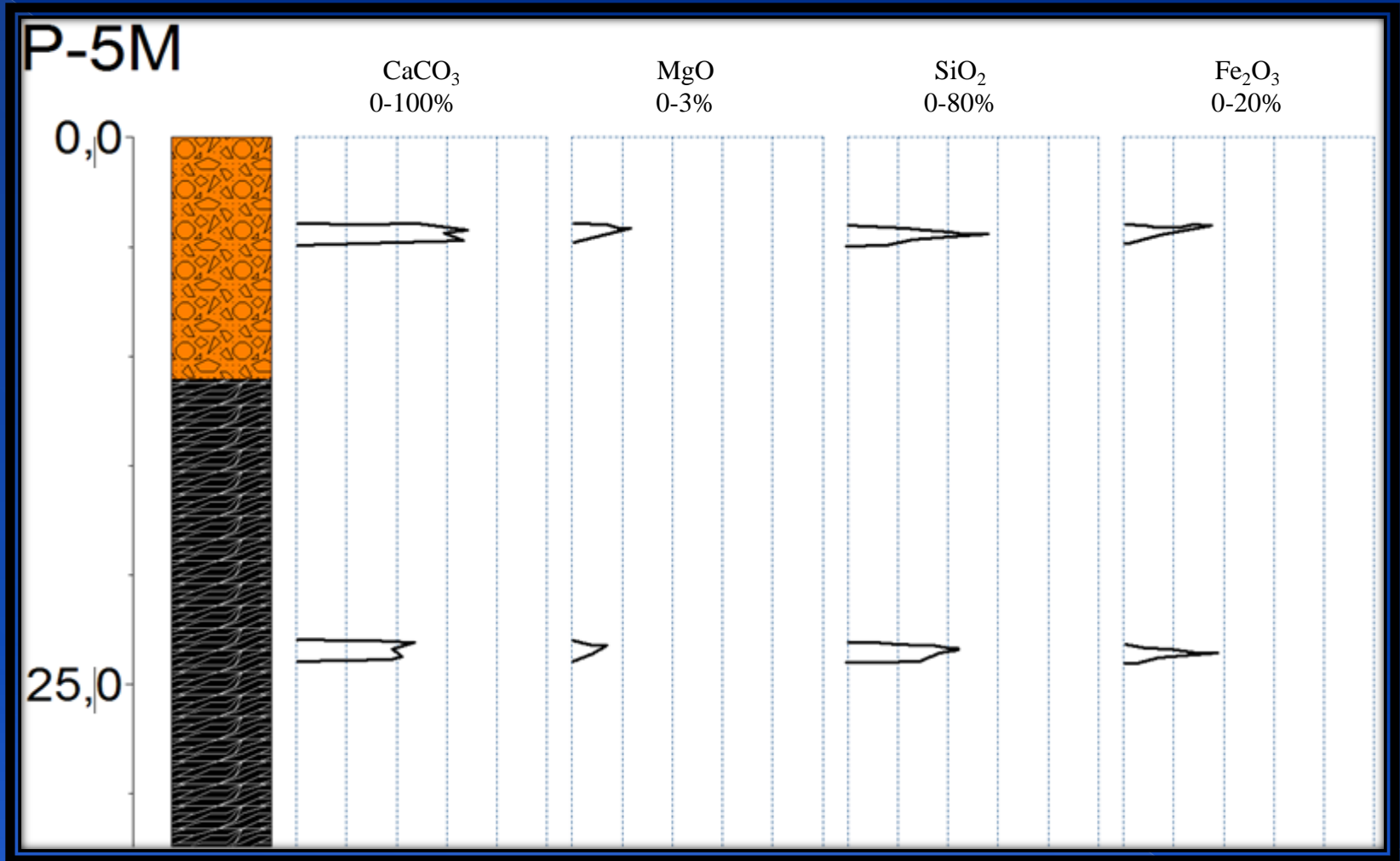
Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO₃, MgO, SiO₂ y Fe₂O₃



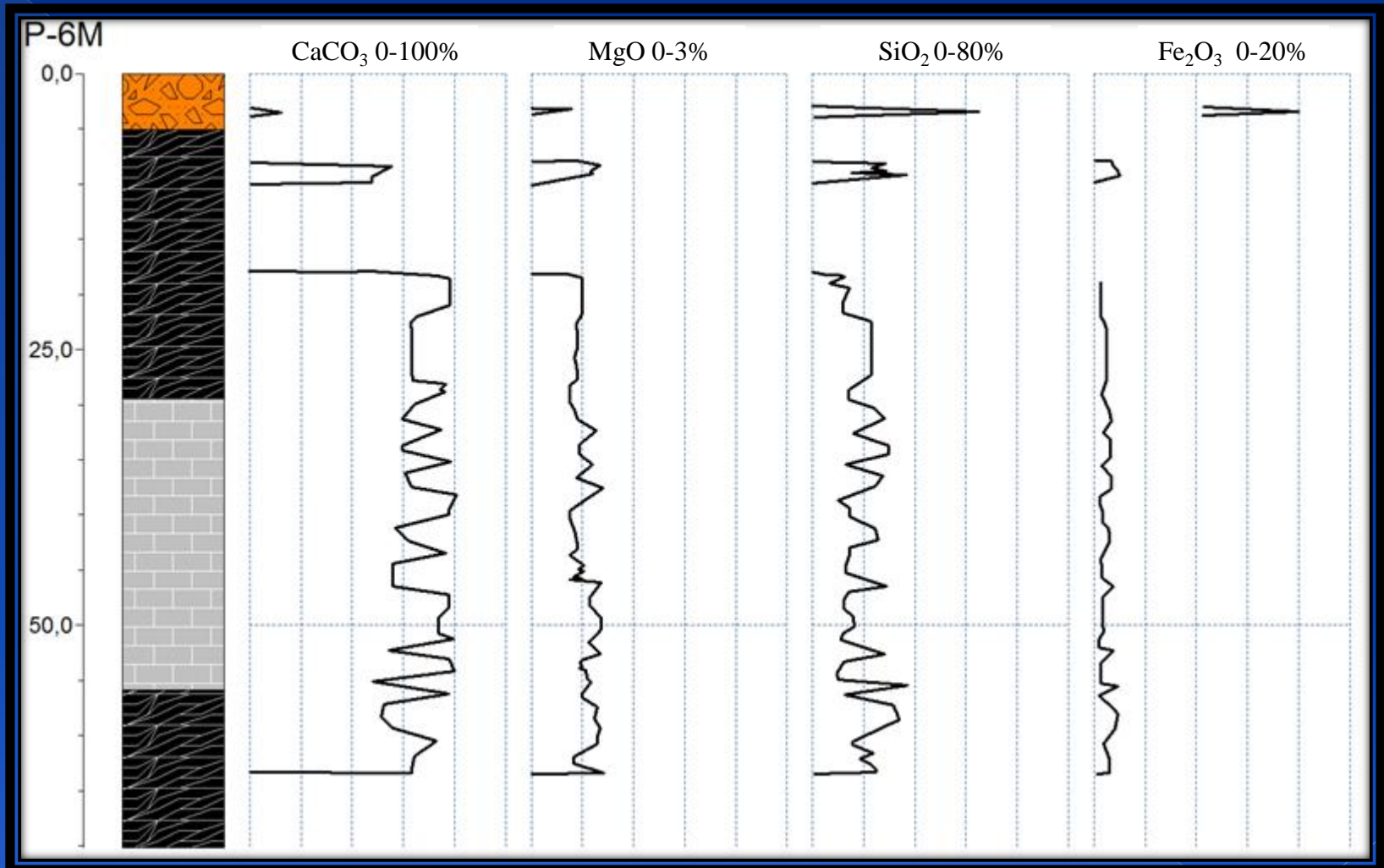
Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO₃, MgO, SiO₂ y Fe₂O₃



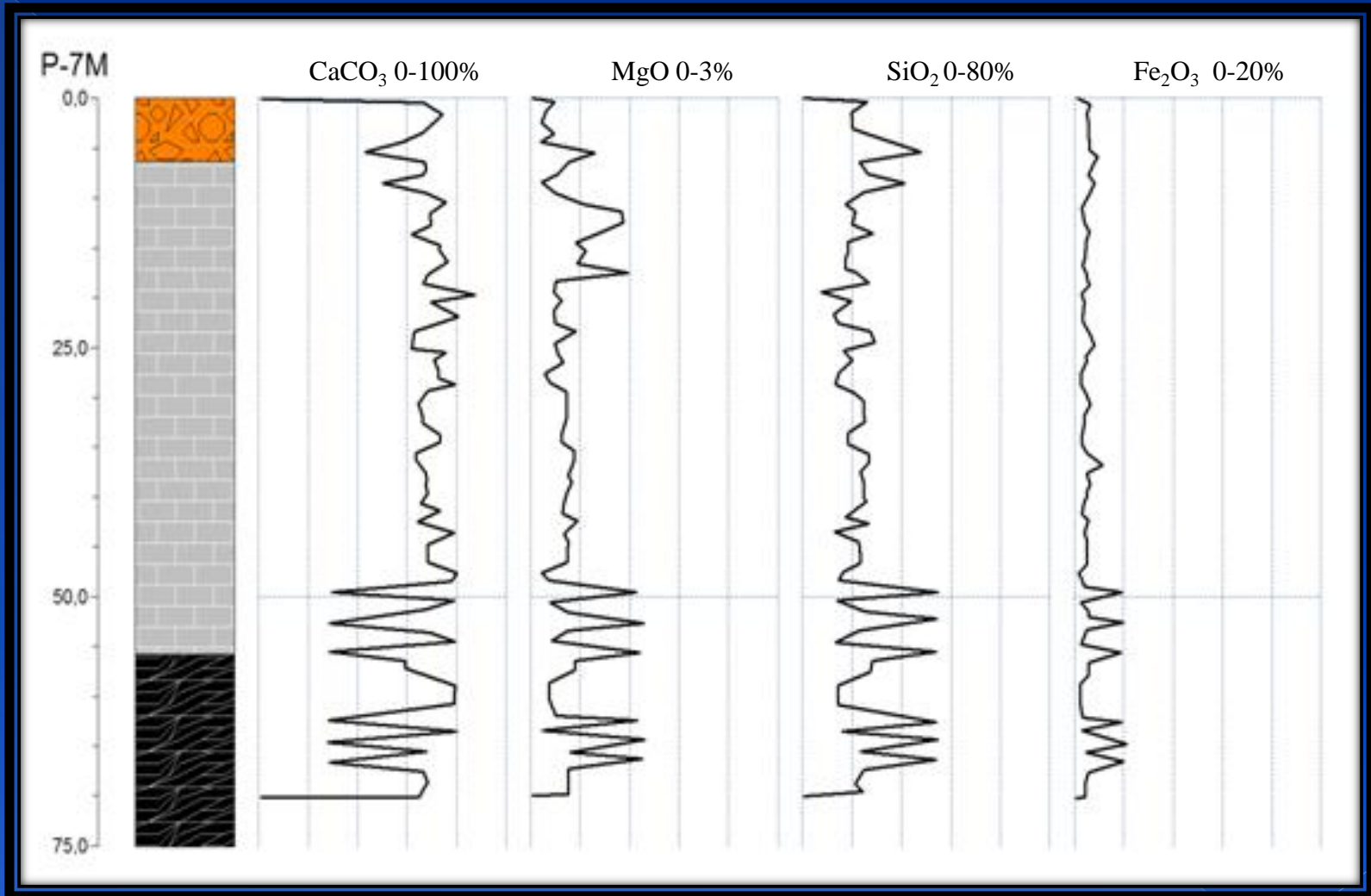
Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO₃, MgO, SiO₂ y Fe₂O₃



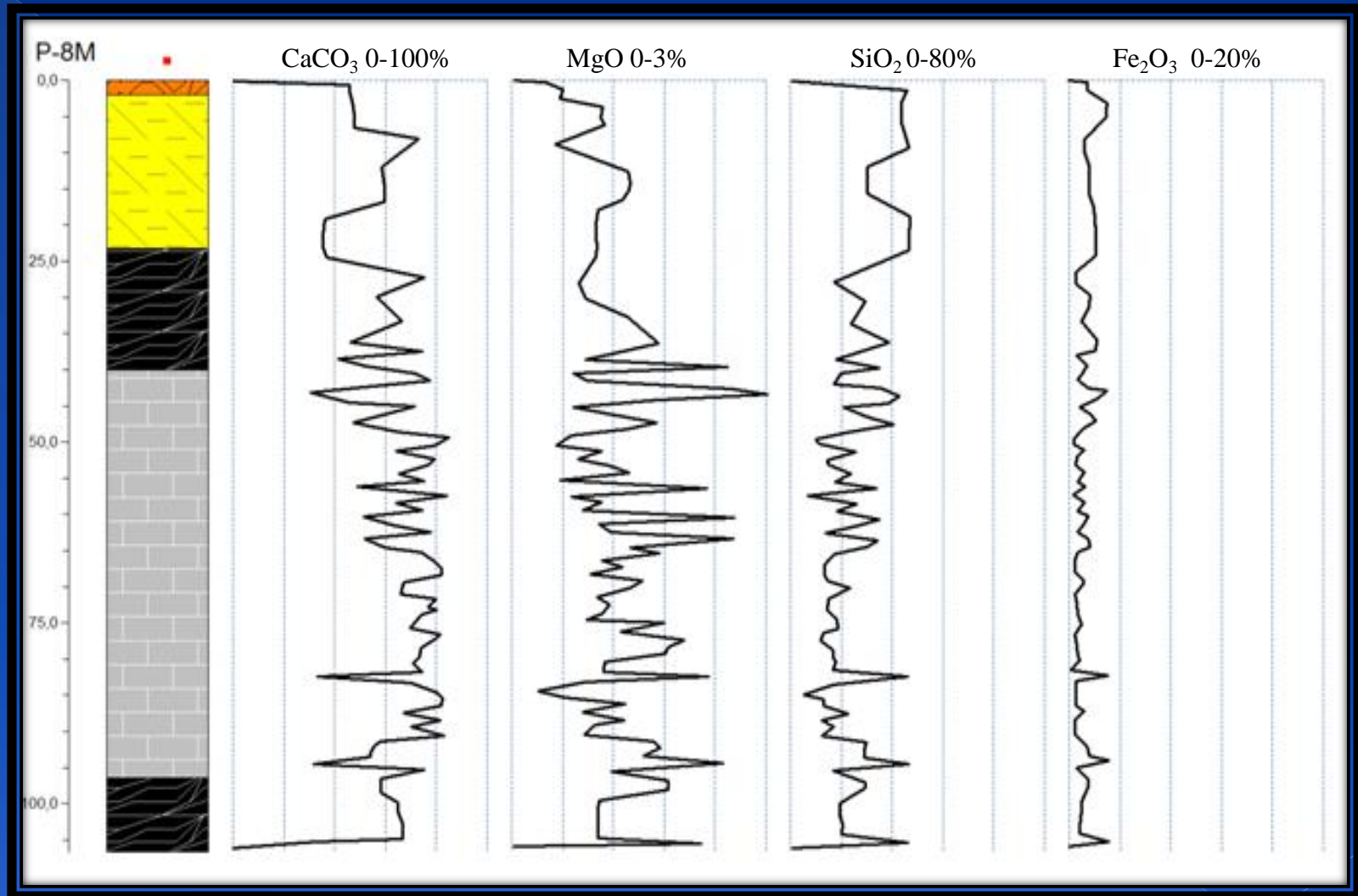
Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO_3 , MgO , SiO_2 y Fe_2O_3



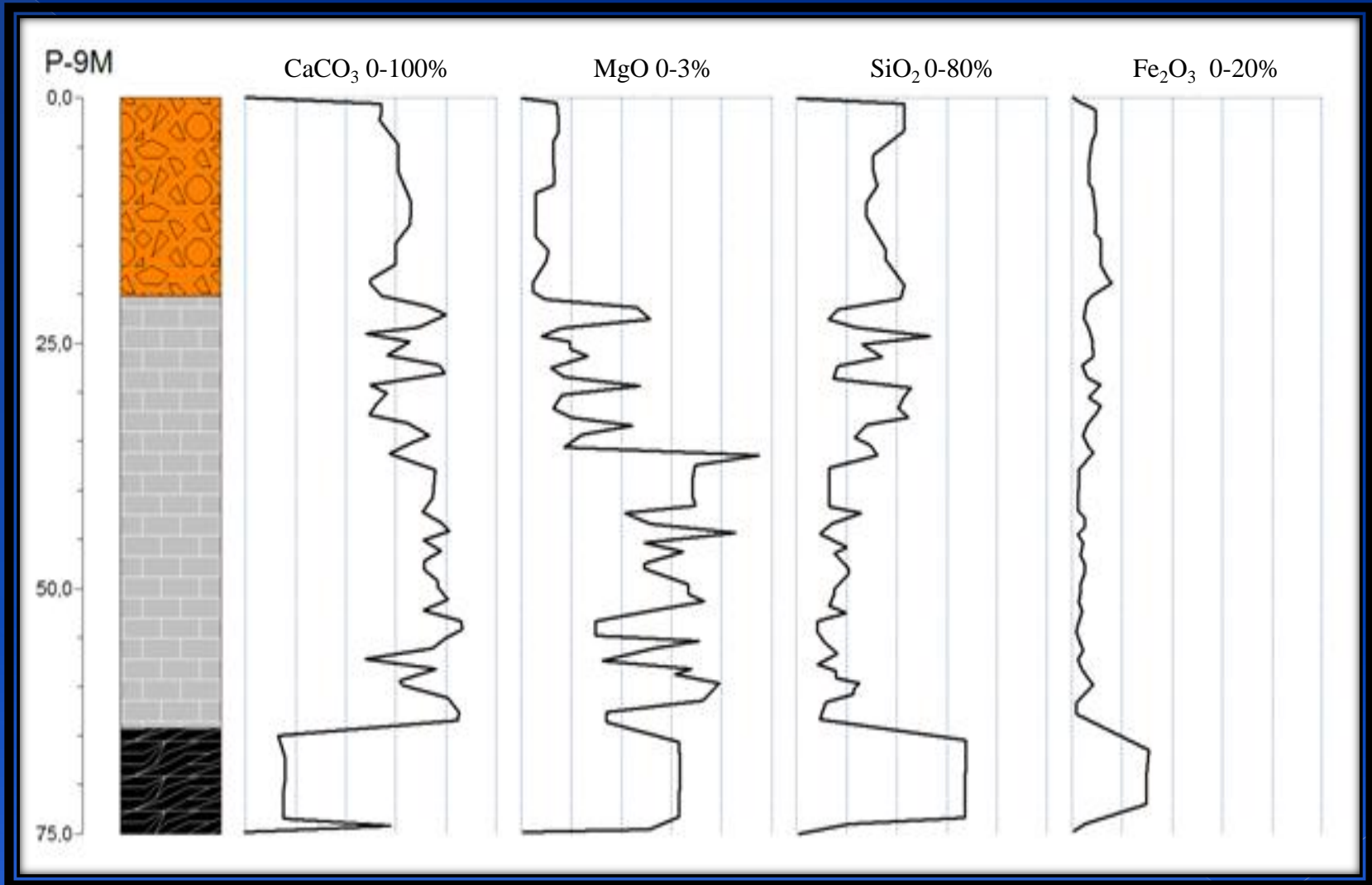
Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO_3 , MgO , SiO_2 y Fe_2O_3



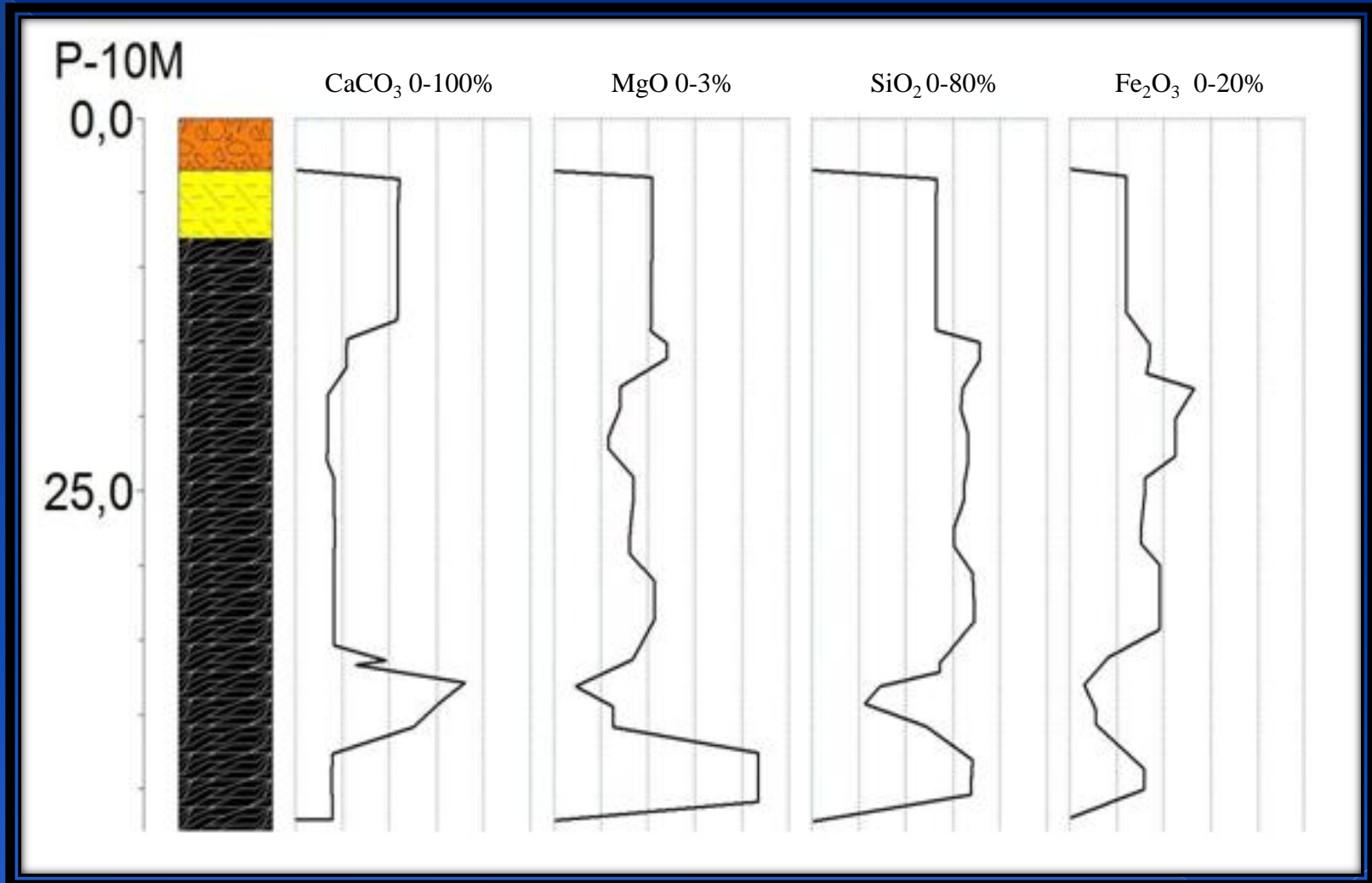
Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO_3 , MgO , SiO_2 y Fe_2O_3



Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO_3 , MgO , SiO_2 y Fe_2O_3

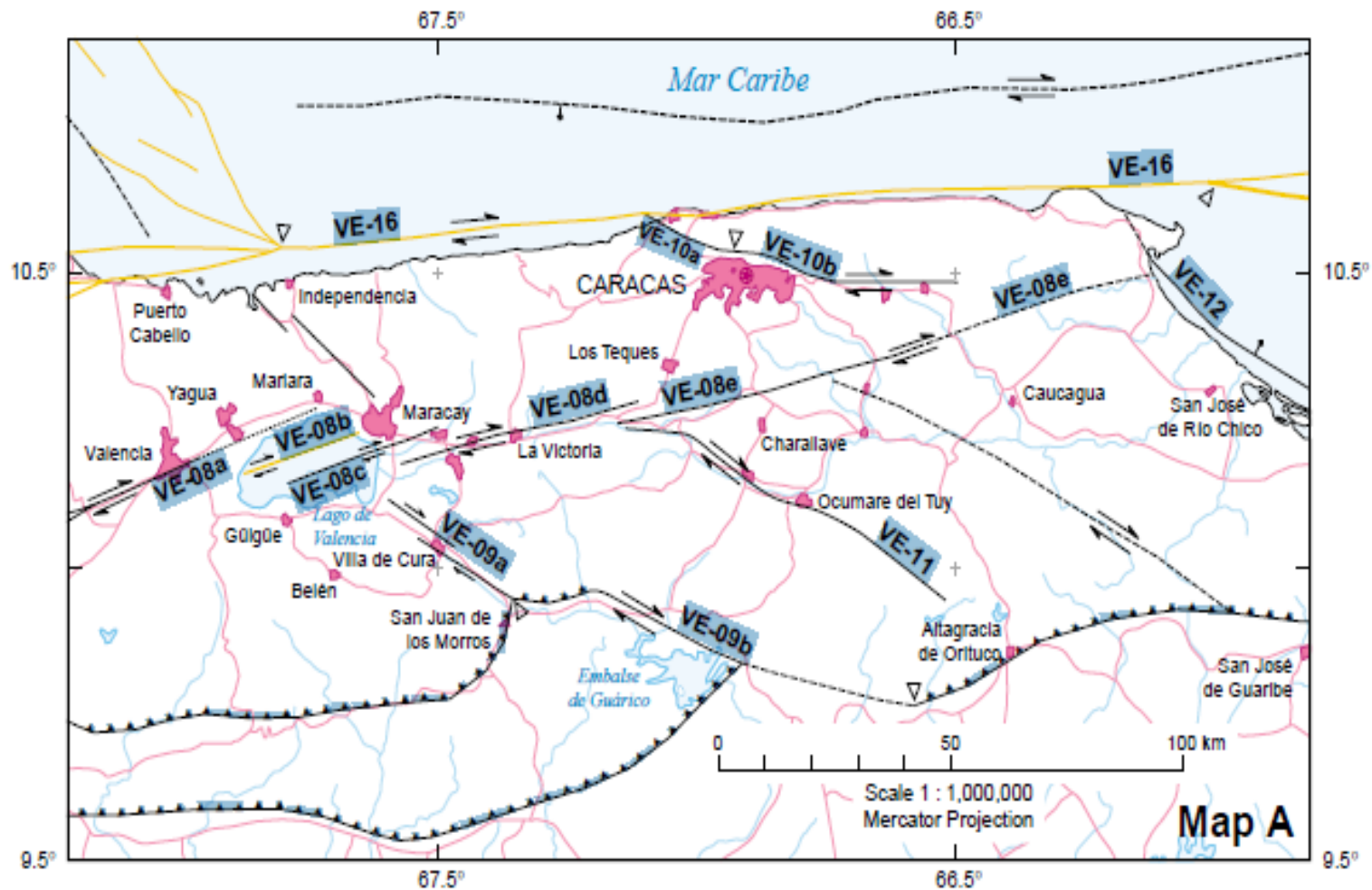


Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO₃, MgO, SiO₂ y Fe₂O₃



Columna litológica del pozo P-1M y perfiles de distribución de concentraciones de CaCO₃, MgO, SiO₂ y Fe₂O₃

✓ GEOLOGÍA ESTRUCTURAL



Sistema de Fallas Cuaternarias de Venezuela. Zona Central.
(Tomado de FUNVISIS, 2000).

✓ GEOLOGÍA ESTRUCTURAL



ESTRUCTURA GENERAL
DEL FRENTE DE
EXPLOTACIÓN

PLEGAMIENTO EN LA
ZONA NORTE



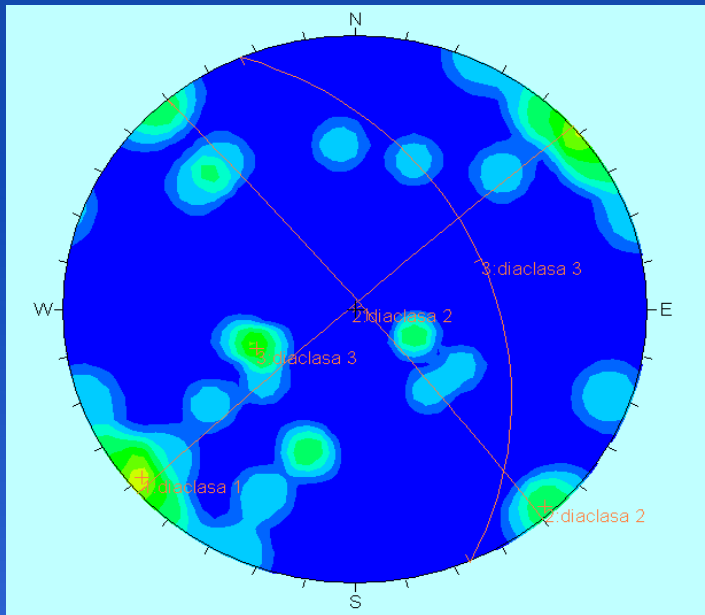
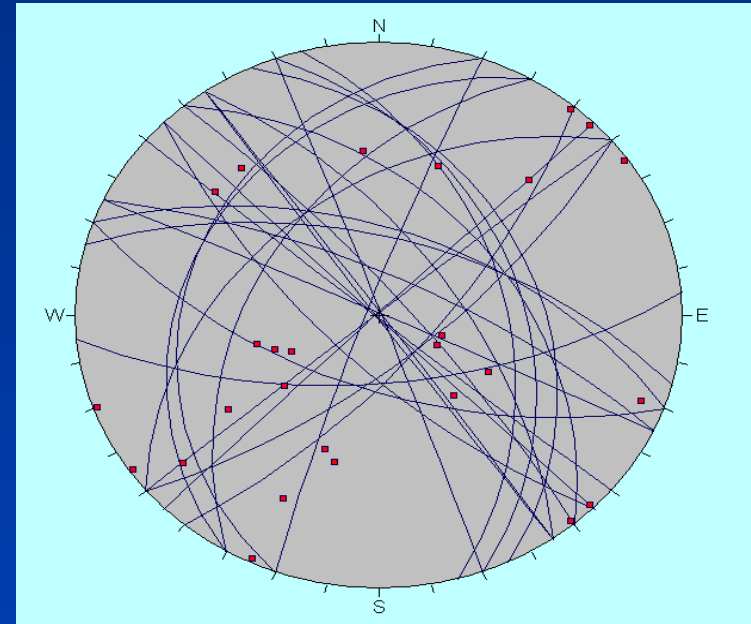
- PLANOS DE DIACLASA



Planos de diaclasas observados y medidos en el Nivel 630 en la zona sur del frente de explotación.

IV. GEOLOGÍA LOCAL

Punto	Plano1	Plano2	Plano 3
P8	N10W/55S	N70W/55N	N50E/70S
P14	N20E/25N	N65W/Pv	N40E/70S
P20-P21	N70W/60S	N50E/Pv	N25W/35N
P20-P21	N20W/40N	N35W/62S	N45E/Pv
P29	N30E/45N	N40W/80N	N65W/73N
P30-P31	N40W/44N	90/90	N20E/85N
P31-P32	N15W/45N	N75W/58N	N35W/Pv
P33-P34	N50E/42N	N45W/70S	N20W/Pv
P44-P45	N30E/25N	N85E/62S	N50W/Pv
P45-P46	N45W/Pv	N35W/Pv	NS/E



Densidad de polos

Planos Promedios

Plano 1: N40W87N

Plano 2: N48E88N

Plano 3: N23W40N

FASES DE DEFORMACIÓN

El macizo pasó por tres eventos de deformación:

- ✓ El primero en el momento en que fue depositado.
- ✓ Un segundo evento incluye las deformaciones menores (pliegues, diaclasamiento), debidos a esfuerzos compresivos.

**RECURSOS
RESERVAS**



**CRITERIOS PARA DEFINIR EL
YACIMIENTO**

LITOLÓGICOS

QUÍMICOS

**ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DEL
YACIMIENTO**

CLASIFICACION DE RECURSOS Y RESERVAS



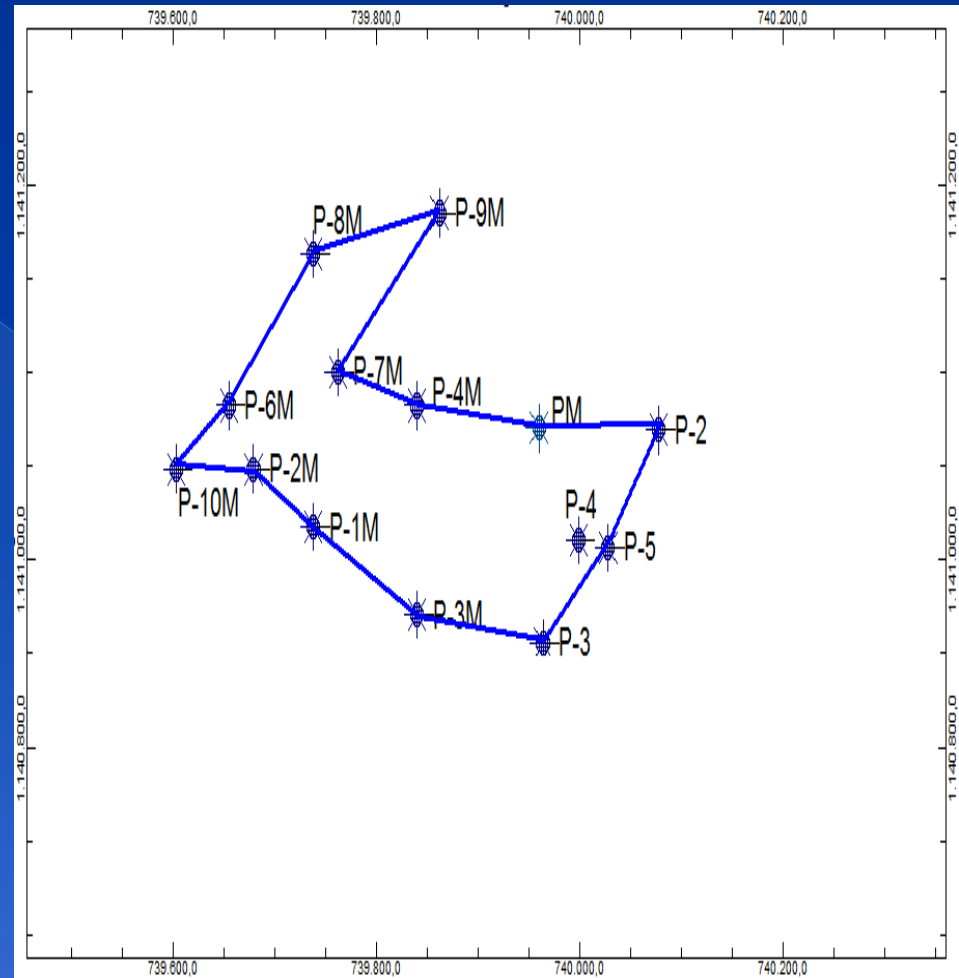
Clasificación de recursos y reservas. Tomado de Quintin, 1997.

V. GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS

Tipo Litológico		Tipo Químico	% CaCO ₃	Características Litológicas
M	MCG	1	>75%	MÁRMOL: De color gris azulado, con abundantes vetas de calcita blanca a amarillenta, generalmente con espesores >40cm. Incluye los mármoles diaclasados ubicados el la zona sur .
	MCD			De color gris azulado a gris oscuro por el contenido de grafito, presencia de vetas de calcita y cuarzo. incluye los mármoles en capas delgadas, ubicados en la zona central.
	MM			De color gris azulado con escasas vetas de calcita, se incluyen los mármoles masivos hacia la zona NO del área de estudio.
ECM		2	>= 65%	ESQUISTO CALCÁREO-MICÁCEO: Son principalmente sericíticos, por lo regular van de color marrón grisáceo, amarillentos a rosado y gris oscuro. Se observan abundantes vetas de calcita.
ECG		3	>40<70%	ESQUISTO CALCÁREO GRAFITOSO: Van de color gris oscuro a negro por el alto contenido de grafito, el espesor va desde los 10cm hasta 26cm, Generalmente se observan bandeados y plegados con presencia de vetas de calcita entre las fracturas y en algunos puntos vetas de cuarzo blanco a cristalino
F		4	<30%	FILITAS: Se presentan de varias tonalidades que van desde el gris hasta el marrón parduzco, esto debido al moderado grado de meteorización presente en la zona.

RESERVAS PROBADAS

La definición y estimación del volumen del yacimiento se realizó mediante un software llamado Rockworks.



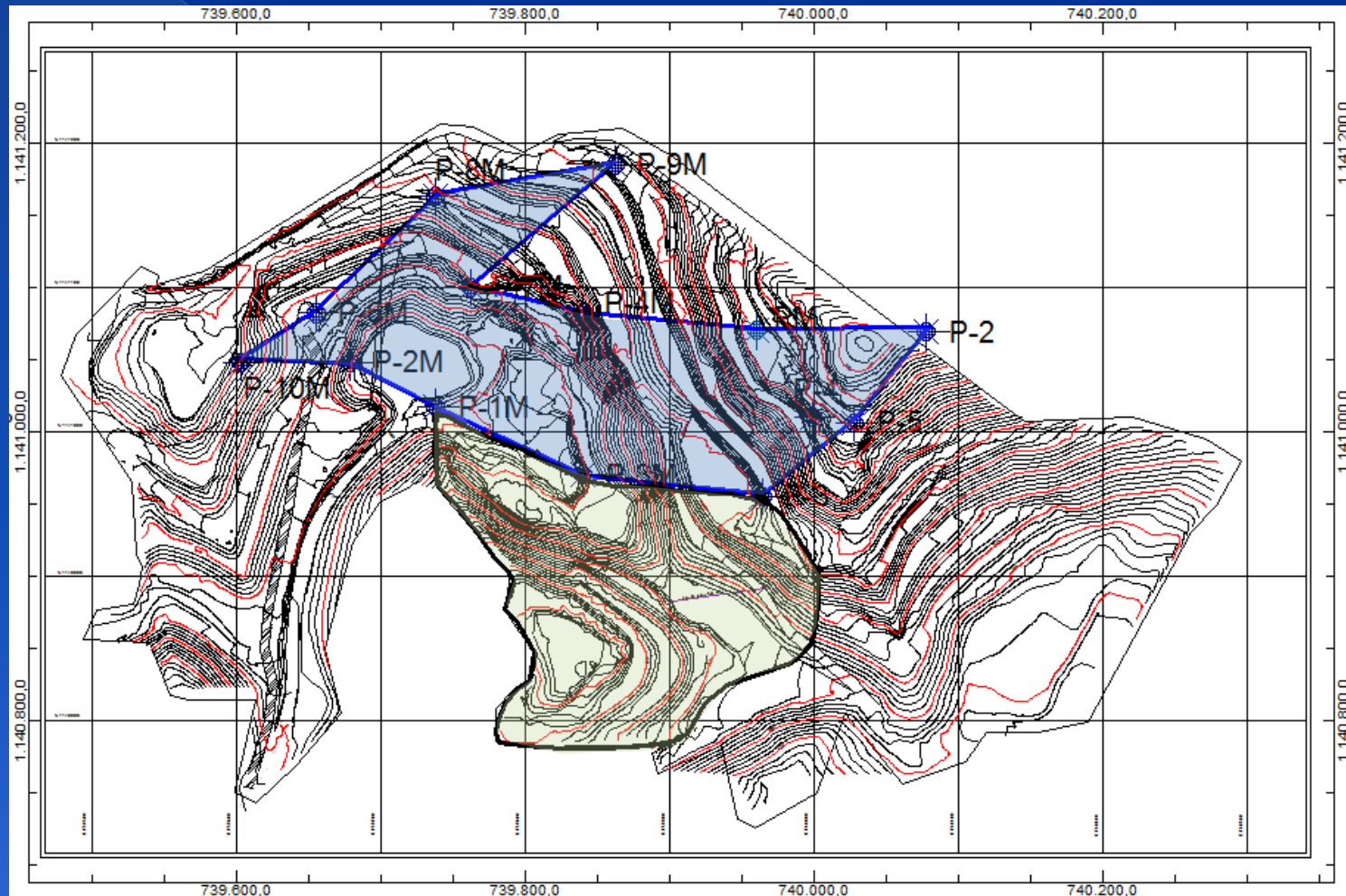
Delimitación del yacimiento.

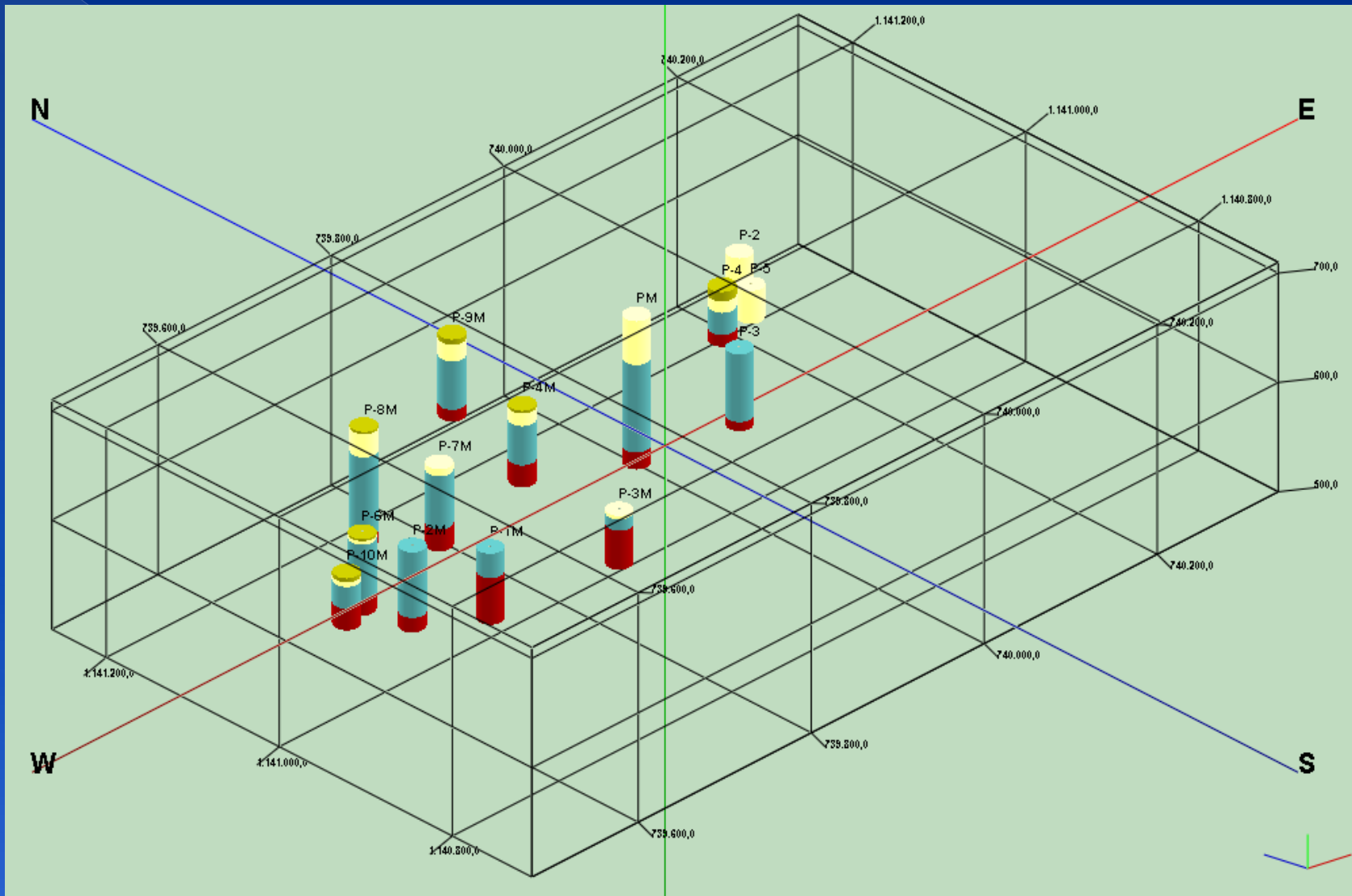
CÁLCULOS DE RESERVAS

Software Rockworks:

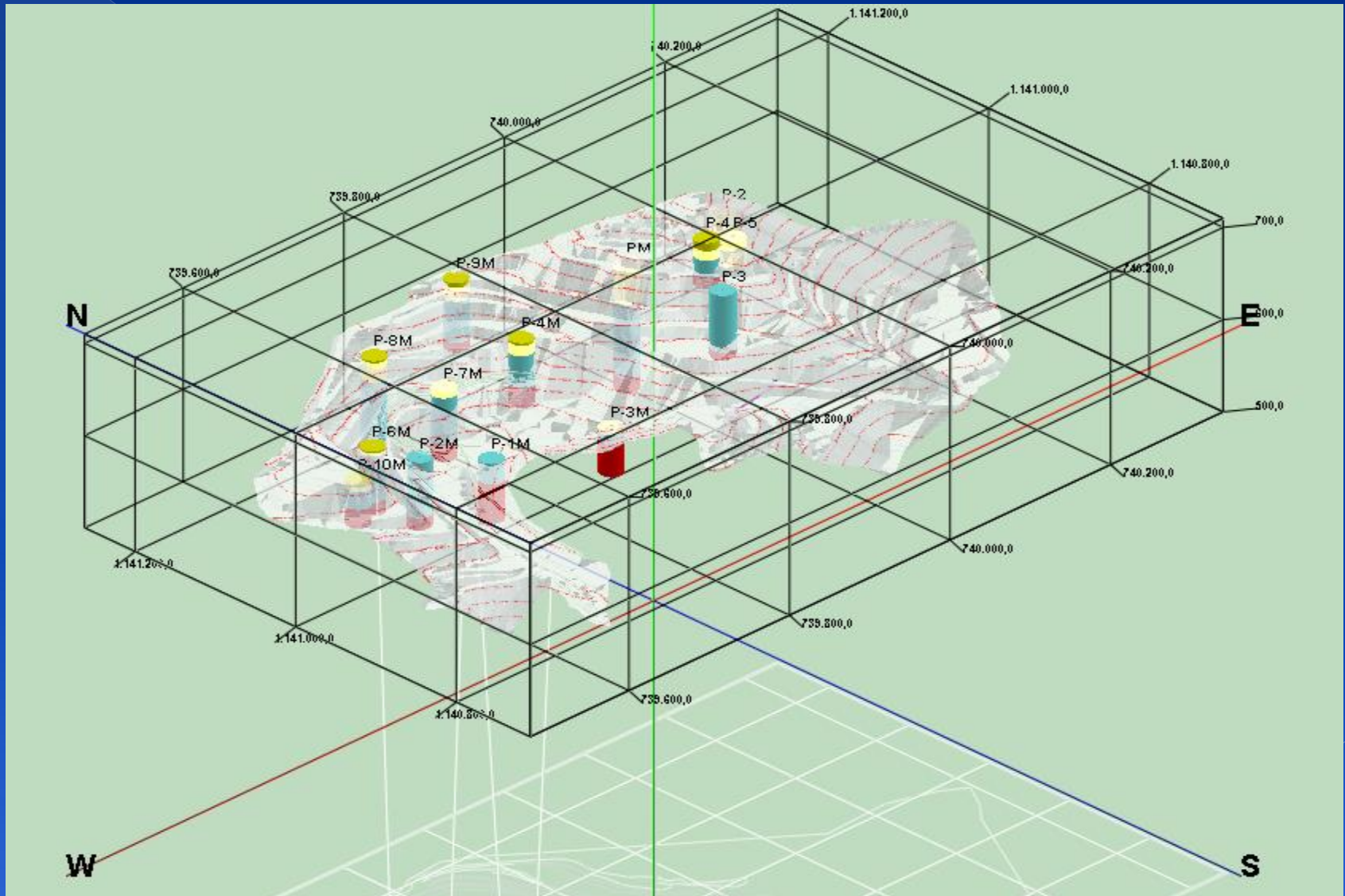
- Software utilizado para el análisis y visualización de cuerpos de rocas subterráneos, útil para estudios geotécnicos, mineros y petrolíferos.
- Genera secciones, diagramas y modelos geológicos 3D, a través de diferentes algoritmos (IPC, Closest Point Gridding).

RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES





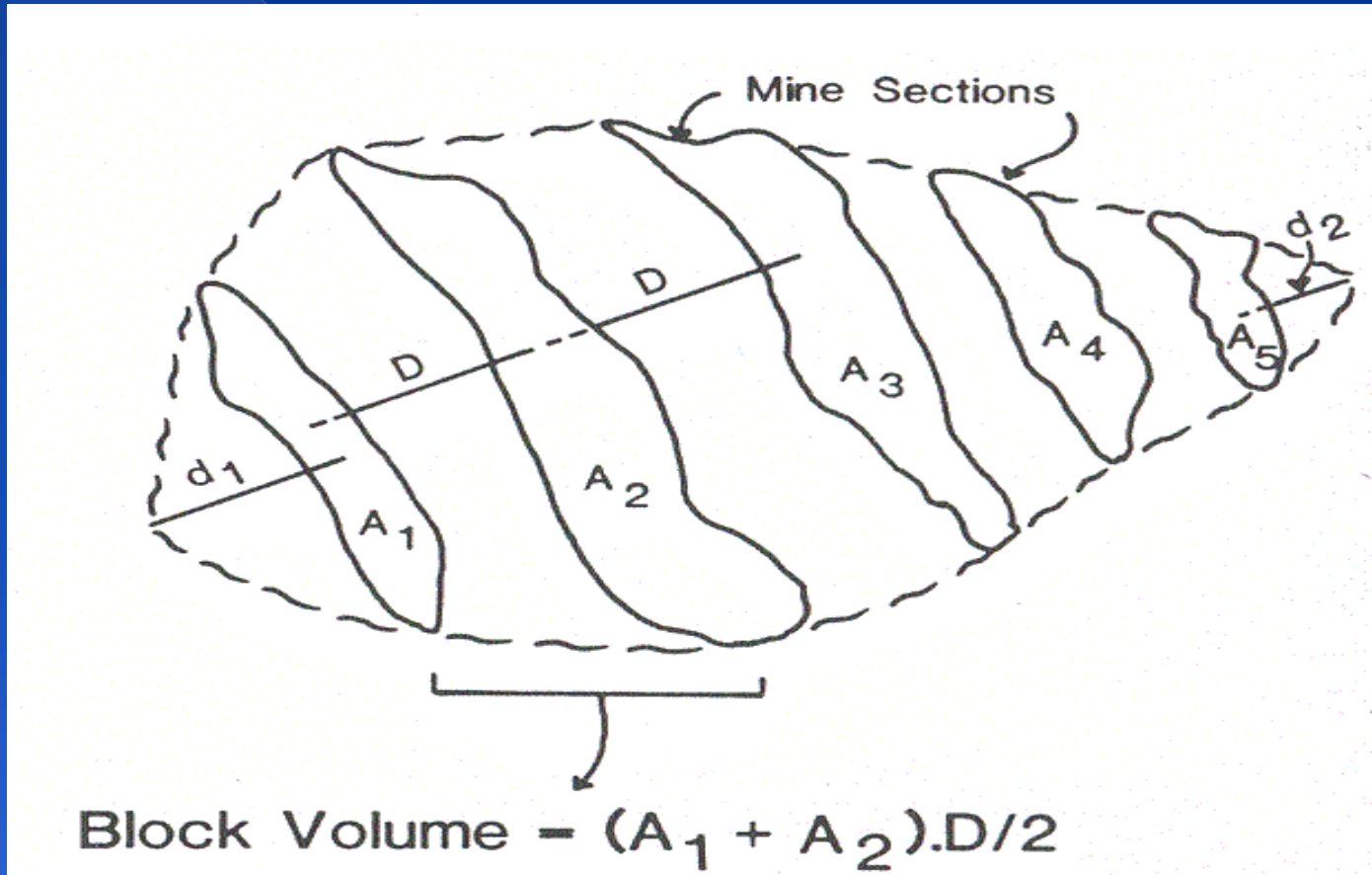
Perforaciones del área de estudio



Proyección en 3D del frente de explotación.

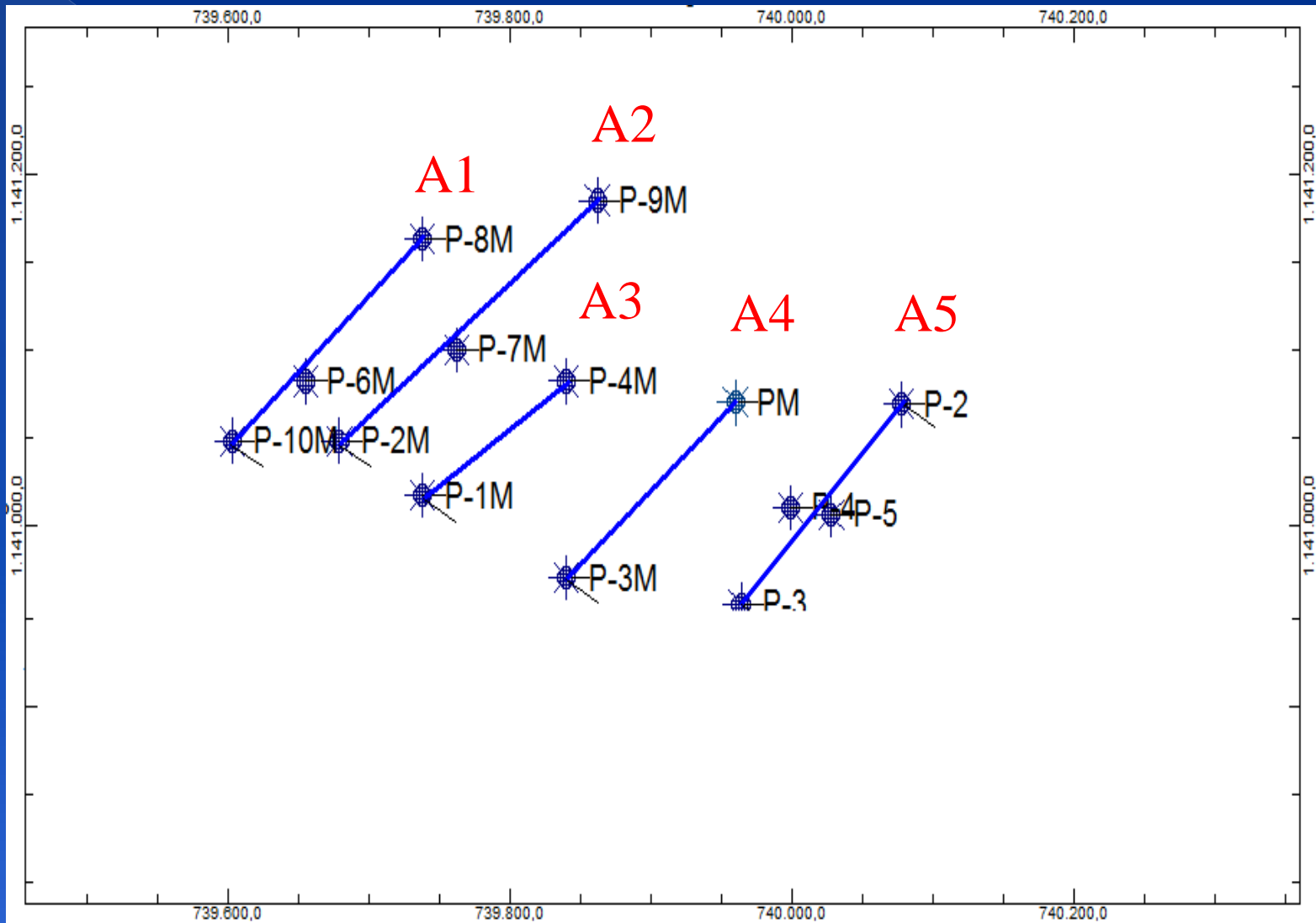
ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE RESERVAS

- ✓ Método de secciones o perfiles paralelos



Representación del método de perfiles. BUSTILLO Y LÓPEZ (1997).

V. GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS



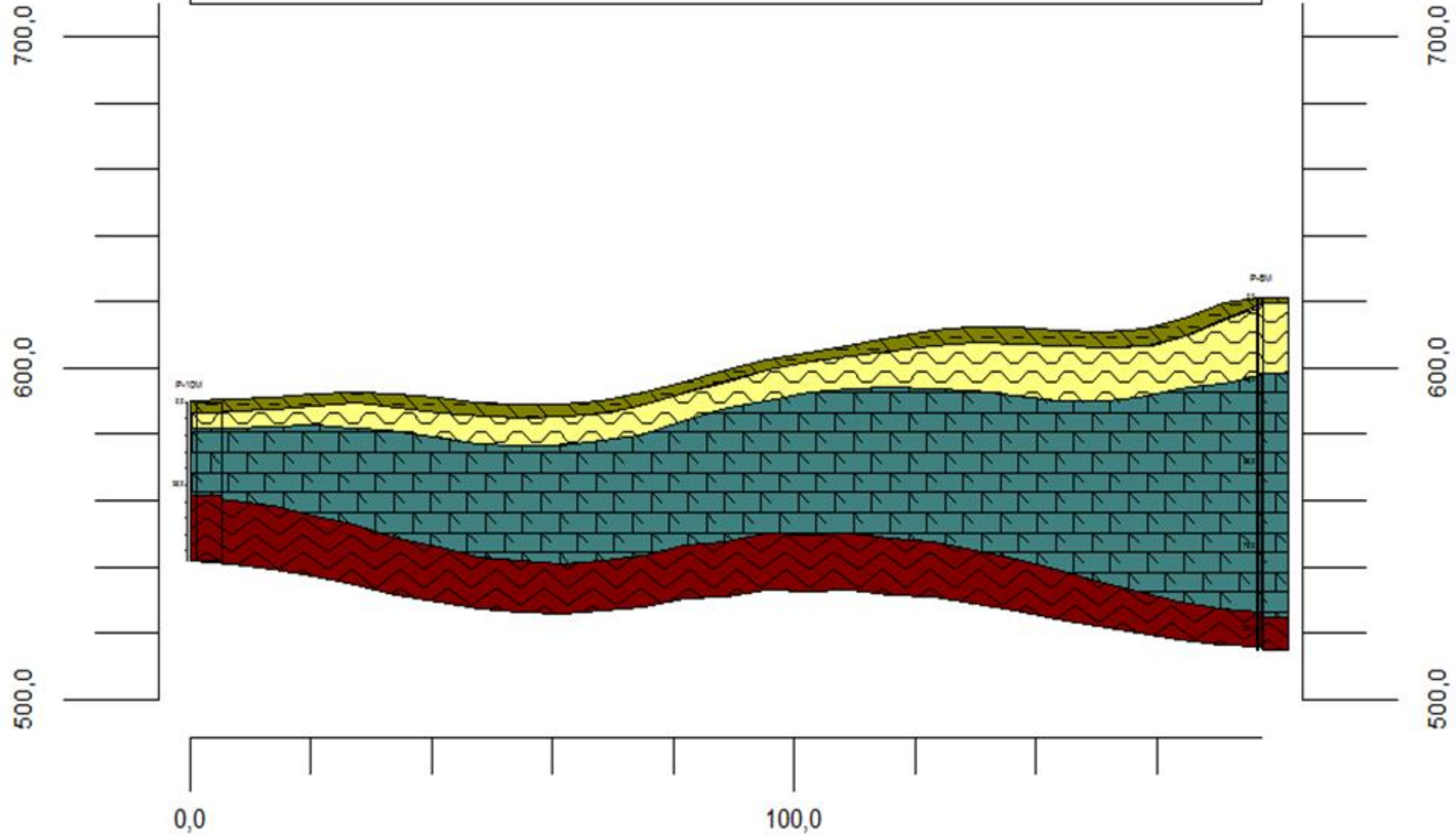
Perfiles realizados en el área de estudio.

Sección A1

P-10M

N60E

P-8M



Leyenda:



Estéril



Esquisto Calcáreo Micáceo



Mármol



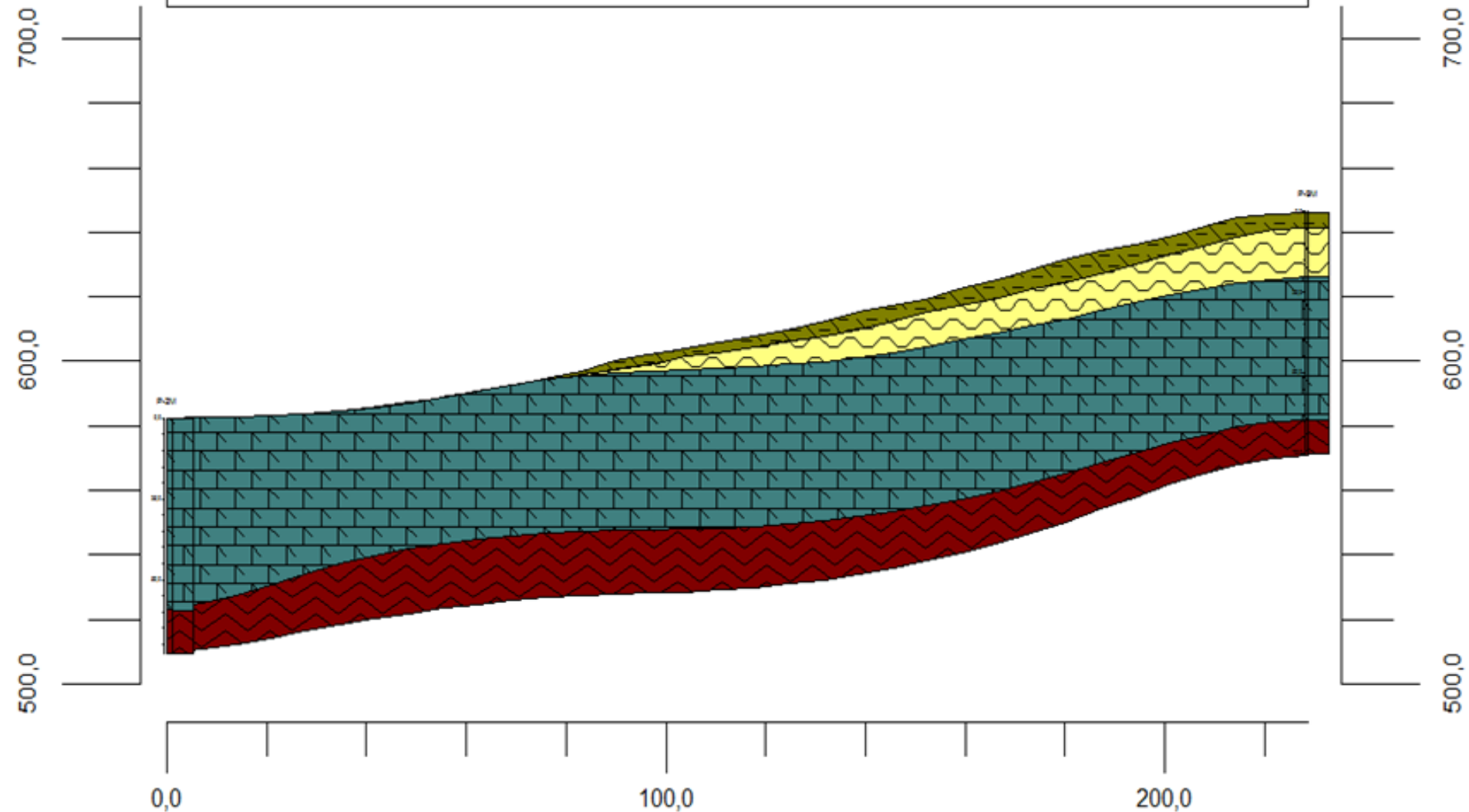
Esquisto Calcáreo Grafítico

Sección A2

P-2M

N60E

P-9M



Leyenda:

 Estéril

 Esquisto Calcáreo Micáceo

 Mármol

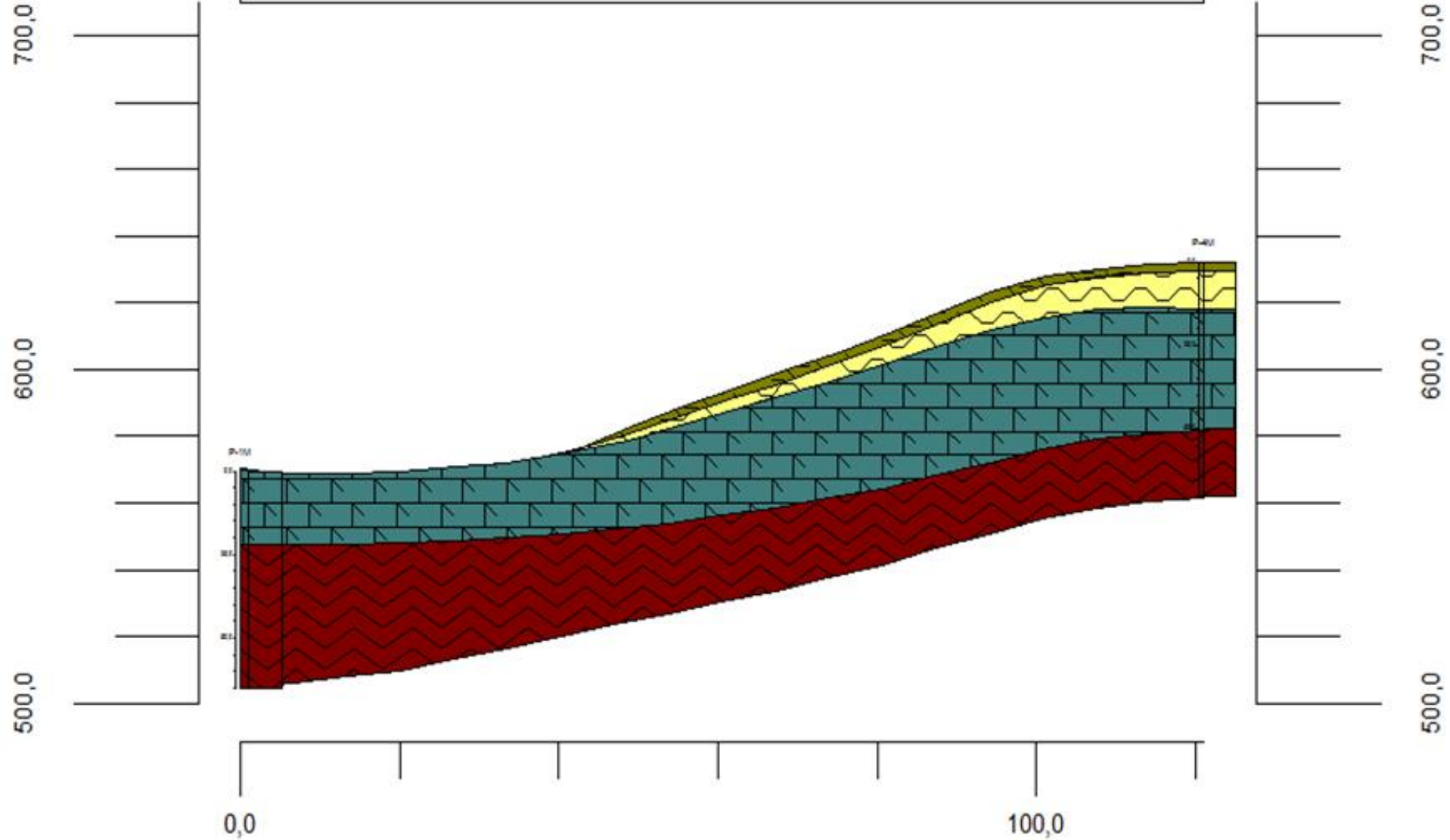
 Esquisto Calcáreo Grafitoso

Sección A3

P-1M

N60E

P-4M



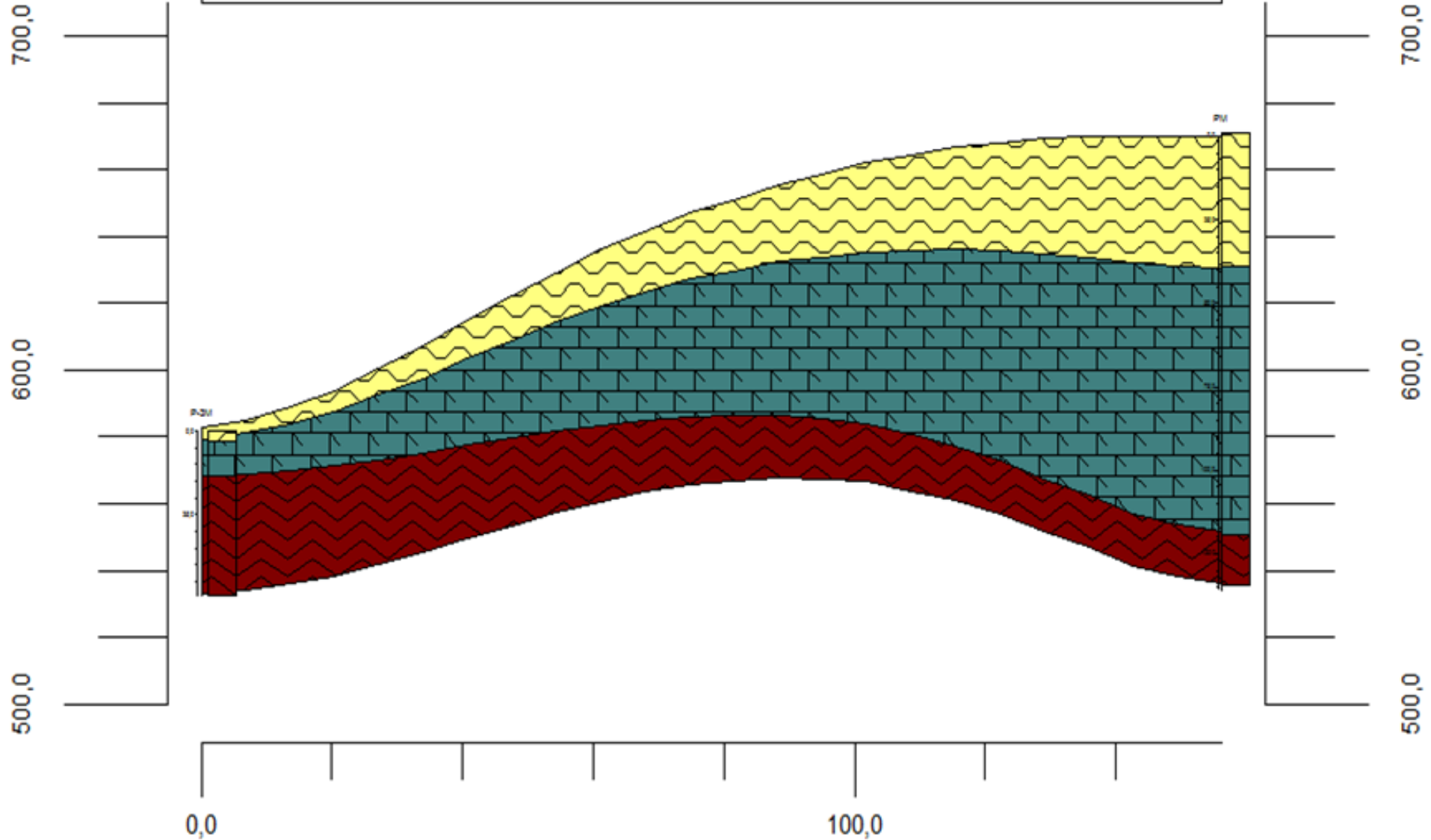
Leyenda: Estéril Esquisto Calcáreo Micáceo Mármol Esquisto Calcáreo Grafitoso

Sección A4

P-3M

N60E

P-M



Leyenda:



Estéril



Esquisto Calcáreo Micáceo

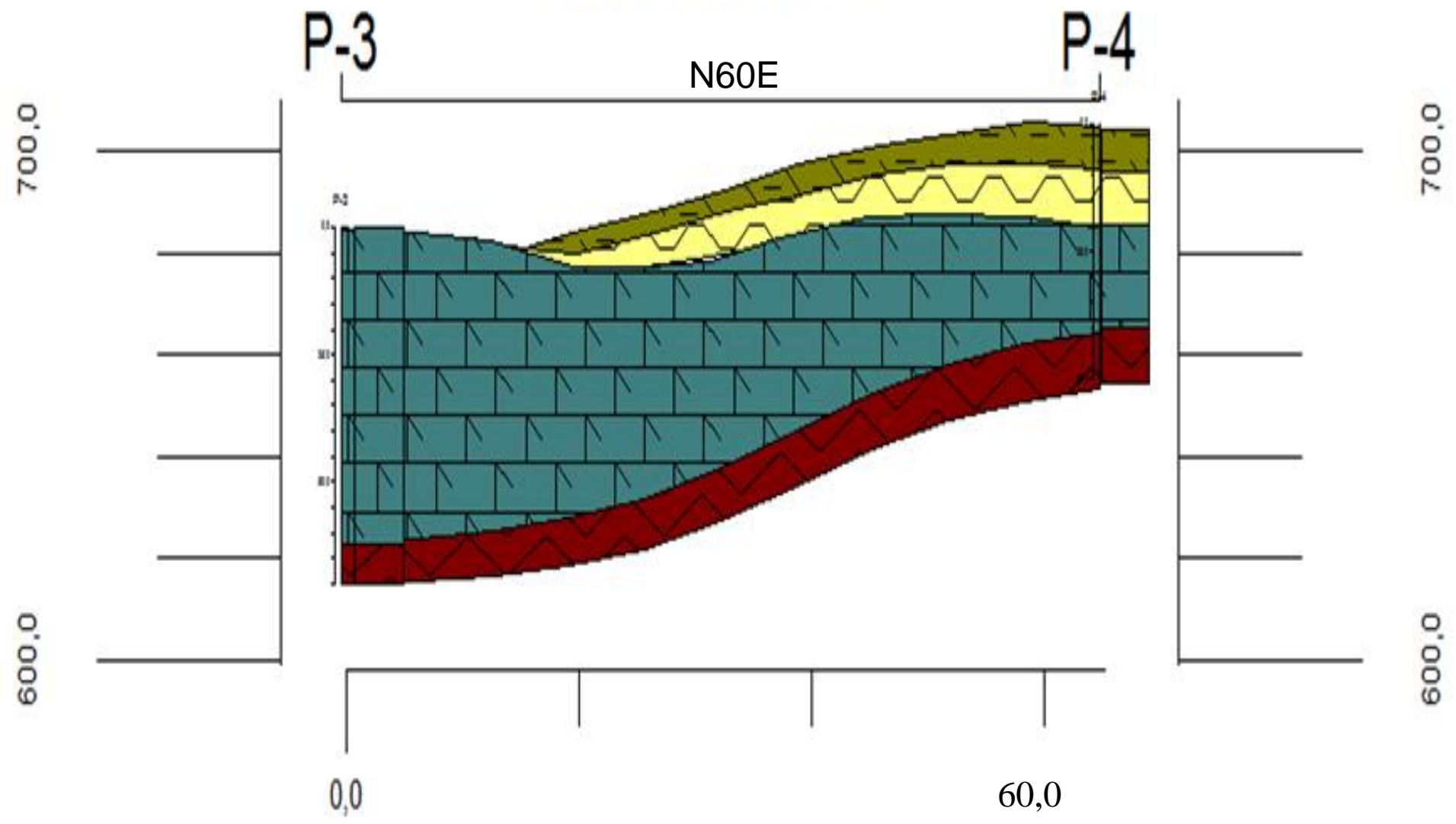


Mármol



Esquisto Calcáreo Grafitoso

Sección A5'



Leyenda: Estéril Esquisto Calcáreo Micáceo Mármol Esquisto Calcáreo Grafitoso

V. GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS

Área estimada de mármol para cada sección.

N°	SECCIONES	ÁREA (m ²)
A1	P-10M/P-6M/P-8M	6937.84
A2	P-2M/P-7M/P-9M	10979.62
A3	P-1M/P-4M	4082.97
A4	P-3M/P-M	6703.46
A5	P-3/P-5/P-4/P-2	6092.41

Estimación del volumen de reservas del tipo litológico (M) en el frente de explotación.

PERFILES	ÁREA 1 (m)	ÁREA 2 (m ²)	DISTANCIA (m)	VOLUMEN ESTIMADO
A1-A2	6937.84	10979.62	53.82	302399.41
A2-A3	10979.62	4082.97	62.87	139327.78
A3-A4	4082.97	6703.46	84.15	286131.05
A4-A5	6703.46	6092.41	84.28	263437.62

991295.86 m³

Total de reservas: **2.577.369,24 Tn**

V. GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS

Área medida del tipo litológico (ECM) en cada sección.

N°	SECCIONES	ÁREA (m ²)
A1	P-10M/P-6M/P-8M	2342,55
A2	P-2M/P-7M/P-9M	2719,38
A3	P-1M/P-4M	2492,89
A4	P-3M/P-M	3264,83
A5	P-3/P-5/P-4/P-2	2255,35

Estimación del volumen de reservas del tipo litológico (ECM) en el frente de explotación.

PERFILES	ÁREA 1 (m)	ÁREA 2 (m ²)	DISTANCIA (m)	VOLUMEN ESTIMADO
A1-A2	2342,55	2719,38	53,82	75521,07
A2-A3	2719,38	2492,89	62,87	81083,38
A3-A4	2492,89	3264,83	84,15	139860,61
A4-A5	3264,83	2255,35	84,28	98305,28

394770,33m³

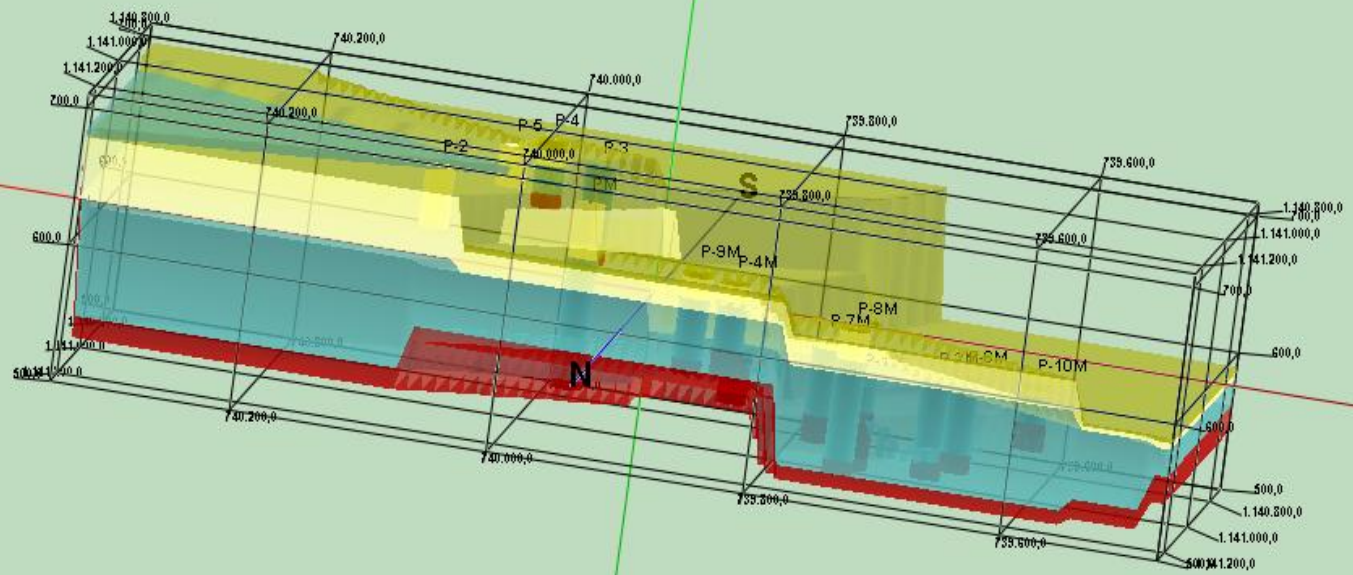
Total de reservas: **1.026.402,86 Tn**

V. GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS

TIPO LITOLÓGICO	VOLUMEN ESTIMADO (Tn)
1	2.577.369,24
2	1.026.402,86
TOTAL	3.603.772,10

✓ Volumen extraído desde comienzos de la explotación de la cantera: **1.515.922 Tn**

Volumen de Reservas Actual: 1.481.585,30 Tn.



MODELO GEOLÓGICO

- ✓ **Unidad de Mármol**, definido como tipo químico litológico 1, representa la materia prima para la elaboración del cemento ya que posee un valor promedio de concentración de CaCO_3 de 75%.
- ✓ **Unidad de Filitas**, no representa un material aprovechable, y en conjunto con el suelo que se encuentra en el área, se le denomina estéril.
- ✓ **Unidad de Esquistos Calcáreos Micáceos**, conforman una unidad relativamente importante, ya que en algunos tramos se encuentran intercalados con pequeños lentes de mármol los cuales le proporcionan mejor calidad al material requerido para la elaboración del cemento.

- ✓ Estructuralmente, el macizo pasó por tres eventos de deformación, el primero en el momento en que fue depositado, un segundo evento incluye las deformaciones menores (pliegues, diaclasamiento), debidos a esfuerzos compresivos y el tercero el fallamiento.
- ✓ La estructura general del macizo es un antiforme, el cual presenta un ángulo interlimbar de 45° al este, representando un ángulo medianamente abierto.
- ✓ De acuerdo a los estudios petrográficos realizados a cada sección fina, representativa de cada unidad, los minerales encontrados, asignan a la zona de estudio un tipo de metamorfismo de mediano grado, correspondiente a la facies de los esquistos verdes, de la zona de la biotita.

- ✓ Las reservas probadas alcanzan un área total de aproximadamente 44.990 m². Mientras que las reservas probables poseen un área de aproximadamente 36.167,7 m².
- ✓ Las reservas actuales que posee la cantera son de aproximadamente 1.481.585,30 Tn, las cuales incluyen los tipos litológicos 1 y 2.
- ✓ De acuerdo a las reservas probadas del yacimiento, y a un ritmo de explotación anual promedio de 150.000 Tn/año, se estima una vida útil de 4,8 años.

- ✓ Realizar nuevas campañas de perforación ya que el área perteneciente a FNC es de 132 hectáreas y es posible que se encuentren otros yacimientos de material económicamente rentable.
- ✓ Realizar ensayos geotécnicos/geomecánicos in situ para estimar la estabilidad de taludes y corroborar que el método utilizado para el banqueo es o no factible.
- ✓ Diseñar un nuevo plan de explotación donde se incluyan las reservas del área norte y NE de la cantera, ya que a mediana profundidad se encuentra un material hasta con 86% de CaCO_3 , representado en las perforaciones P-9M (55m), P-8M (30m), P-6M (30m), P-7M (55m), P-2M (55m), P-4M (40m) y P-1M (23m).

GRACIAS...