

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO

FACULTAD DE GEOLOGIA

DPTO. DE YACIMIENTOS MINERALES

TRABAJO DE DIPLOMA

AUTOR: LORENZO PEREZ A.

PROF GUIA: LIC. EFREN DIAZ.

R E S U M E N

En el presente trabajo de diploma se exponen las características geológicas del Campo Mineral Matahambre, así como del yacimiento de igual nombre en el cual se halla ubicada la Zona Mineralizada Polimetálica 70, también conocida como Cuerpo 70 y se proyectan los trabajos geológicos, topográficos y mineros que se deben realizar para llevar a cabo la exploración preliminar de la mencionada zona.

El yacimiento se halla desarrollado al norte de la falla regional denominada Manacas, localizándose en el contacto de las series estratigráficas denominadas Ruiseñor y Pozo, compuestas por areniscas y esquistos finamente laminados respectivamente. Hacia el pendiente del yacimiento se estima existan dos lentes masivas de composición pirito-polimetálica y hacia su yacente una red de vetillas entrecruzadas o stockwork.

Los trabajos realizados hasta el presente en la Zona Mineralizada 70 para delimitar de manera precisa los contornos de los cuerpos pirito-polimetálicos han sido insuficientes. Con los trabajos que se proponen se espera poder esclarecer las particularidades de los mismos con el objetivo de evaluarlos posteriormente desde el punto de vista industrial.

En otra parte del trabajo se plantea un ensayo estadístico en el cual se investigaron las correlaciones existentes entre los pares de elementos Pb-Zn y S-Fe los cuales dieron resultados interesantes y que deben de profundizarse en el futuro.

INDICE

Pag.

CAPITULO I

- 1.1. Introducción. 1
- 1.2. Características geográfico-económicas de la región. 3
- 1.3. Labores mineros de acceso a la Zona Mineralizada 70. 4
- 1.4. Análisis crítico sobre los trabajos realizados anteriormente en la Zona Mineralizada 70. 5

CAPITULO II. GEOLOGIA DE LA REGION (Campo mineral).

- 2.1. Situación del campo mineral dentro de la estructura geológica regional. 16
- 2.2. Estratigrafía. 16
- 2.3. Magmatismo y vulcanismo. 18
- 2.4. Tectónica. 19
- 2.5. Minerales útiles de la región (Campo mineral). 20
- 2.6. Hidrogeología del Campo Mineral. 21

CAPITULO III. GEOLOGIA DEL YACIMIENTO.

- 3.1. Estratigrafía. 22
- 3.2. Tectónica del yacimiento. 23
- 3.3. Morfología; dimensiones y condiciones de yacencia de los cuerpos minerales. 26
- 3.4. Composición mineral de la Zona Polimetálica 70. — 27
- 3.5. Alteraciones de las rocas encajantes y aureolas primarias. 28
- 3.6. Criterios acerca de la génesis de la Zona Polimetálica 70. 29
- 3.7. Comparación entre las características principales de los yacimientos Julio A. Mella y Cuerpo 70. 31

CAPITULO IV. ELABORACION ESTADISTICA DE LOS DATOS DE MUESTREO

- 4.1. Metodología empleada en la elaboración estadística de los datos 35

4.2. Resultados obtenidos.	36
4.3. Interpretación de los resultados obtenidos.	37

CAPITULO V. PROYECTO DE EXPLORACION PRELIMINAR

5.1. Grado de conocimiento de la Zona Polimetalica 70.	40
5.2. Orientación y explicación de los trabajos.	41
5.3. Trabajos a realizar en los diferentes niveles	42
5.3.1. Nivel 21	42
5.3.2. Nivel 22	44
5.3.3. Nivel 23	44
5.3.4. Nivel 24	45
5.3.5. Nivel 26	46
5.3.6. Nivel 28	46
5.3.7. Nivel 30	47
5.3.8. Nivel 32	48
5.4. Trabajos de laboreos mineros.	50
5.4.1. Galerías transversales.	50
5.4.2. Galerías longitudinales.	50
5.4.3. Cámaras de perforación.	50
5.4.4. Características y complejidades del corte geológico por el cual avanzarán los laboreos mineros.	51
5.5. Perforación.	51
5.5.1. Método de perforación. Densidad de la red de perforación.	51
5.5.2. Categoría de perforabilidad. Equipos y accesorios de perforación.	52
5.6. Trabajos Topográficos.	53
5.7. Trabajos geológicos.	55
5.7.1. Documentación de las labores mineras.	55
5.7.2. Documentación de los pozos de perforación.	56
5.8. Muestreo.	57
5.8.1. Muestreo de Surcos.	57
5.8.2. Muestreo de testigos de perforación.	58
5.8.3. Pesos teóricos iniciales de las muestras	59

	<u>Pag.</u>
5.8.4. Análisis de las muestras.	60
5.9. Toma de muestras para análisis mineralógicos.	61
5.10. Ensayos físico-mecánicos.	61
5.11. Resultados esperados	62
<u>CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFIA	69

Relación de Anexos Gráficos.-

	<u>Anexo No.</u>	<u>Escala</u>
1.-Mapa de Ubicación Geográfica	1	1:50 000
2.-Mapa Geológico Esquemático del Campo Mineral Matahambre.	2	1":40'
3.-Columna Estratigráfica de la región de los trabajos.	3	1":40'
4.-Perfiles del Mapa Geológico	4	1":40'
5.-Corte Esquemático del Yacimiento "Cuerpo 70".	5	1":80'
6.-Planos de materiales reales:		
a)-Nivel 20	6	1":40'
b)-Nivel 21	7	1":40'
c)-Nivel 22	8	1":40'
d)-Nivel 23	9	1":40'
e)-Nivel 24	10	1":40'
f)-Nivel 26	11	1":40'
g)-Nivel 28	12	1":40'
h)-Nivel 30	13	1":40'
i)-Nivel 32	14	1":40'
7.-Gráficos de Dispersión.	15	1":40'
8.-Proyecto de Exploración Prelimi nar.	16	
a)-Niveles 19, 20, 21	16	1":40'
b)-Nivel 22	17	1":40'
c)-Nivel 23	18	1":40'
d)-Nivel 24	19	1":40'
e)-Nivel 26	20	1":40'
f)-Nivel 28	21	1":40'
g)-Nivel 30	22	1":40'
h)-Nivel 32	23	1":40'

9.-Cortes Geológicos por los Pag

files de Exploración.

24 1":40'

a)-Perfil -6

24 1":40'

b)-Perfil -2

25 1":40'

c)-Perfil -0

26 1":40'

d)-Perfil /2

27 1":40'

e)-Perfil /4

28 1":40'

f)-Perfil /6

29 1":40'

10.-Simbología

30 -

CAPITULO I

PARTE GENERAL

1.1. INTRODUCCION

Nuestro país realiza ingentes esfuerzos para lograr el desarrollo de nuestra economía en las diferentes ramas, para lo cual se han trazado las pautas a seguir en el quinquenio 1976-80. Parte esencial contemplada en ese plan quinquenal lo es el desarrollo de la industria minera.

La Zona Polimetálica 70 constituye una importante fuente de menas polimetálicas y para la obtención de azufre. La demanda de azufre en la industria nacional se ha visto incrementada por el procesamiento de la roca fosfórica cubana empleada en la fabricación de fertilizantes, por lo que el estudio del Cuerpo 70 es una necesidad apremiante en estos momentos para nuestro desarrollo industrial que garantiza en este caso el desarrollo agrícola del país. Hay que tomar en cuenta también que no es sólo el azufre el elemento importante en estas menas, sino que se debe prestar interés igualmente a la evaluación de las menas polimetálicas.

El presente trabajo de diploma tiene como objetivo la elaboración de un proyecto de exploración preliminar del Cuerpo 70, basado en el análisis crítico de años anteriores y en la realización de un trabajo estadístico sobre correlaciones de elementos en estas menas. Esto último permitirá conocer el comportamiento de unos elementos a partir de otros, lo que conllevaría a una reducción en el número de análisis. Un segundo objetivo y no menos importante es la evaluación del trabajo de diploma, comprobándose así los conocimientos adquiridos por el graduando durante seis años de estudio en la carrera de Ingeniería Geológica.

Para la confección de este trabajo de diploma se consultaron informes, materiales gráficos y literatura, invirtiéndose cuatro meses en el desarrollo del mismo.

Queremos patentizar nuestro agradecimiento a los compañeros que han hecho posible la realización de este trabajo; Al Lic. Efrén Díaz, guía por la parte docente y a los Ing. A. Pérez y G. Thompson

guías por la parte de la producción, por sus acertadas orientaciones; a los Ing. Carlos C. Morén y G. Casarreal por su colaboración, así como al Candidato a Doctor O. Santana por sus observaciones en el capítulo de Estadística, a los Ing. M.E. Fernández y M. Fernández por la ayuda prestada en la revisión y confección de los materiales gráficos y en general a los compañeros de Topografía y perforación del Establecimiento "Capitán Alberto Fernández" así como a la administración de dicho establecimiento por el apoyo -- prestado.

1.2. Características geográfico-económicas de la región.

La Zona Mineralizada Polimetalica 70 es parte orgánica del Yacimiento Matahambre, el cual se encuentra ubicado en la parte nor-este de la provincia de Pinar del Río, en el municipio Minas de Matahambre, en las inmediaciones de la ladera norte de la Cordillera de Los Organos.

Las coordenadas del yacimiento Matahambre son:

Geográficas: Latitud $82^{\circ} 34' 50''$

Longitud $83^{\circ} 57' 10''$

Nacionales: X 197579 Y 309937 (Cuba Norte)

Locales: N 6050' E 4186'

La población más cercana al yacimiento se halla a 12 Km. al norte y es el puerto de Santa Lucía. A 46 Km. al Sureste está la ciudad de Pinar del Río, siendo la vía más corta para llegar a ésta, la carretera de Luis Lazo. La comunicación con La Habana se establece por la carretera central, que parte de la ciudad de Pinar del Río y por la carretera que enlaza el poblado de Santa Lucía con la capital y que constituye el Circuito Norte. (ver anexo 1)

La economía fundamental de la región se basa en la explotación de la mina Matahambre, en la planta de obtención de ácido sulfúrico- "Patrico Lumumba" en Santa Lucía, la explotación de la Mina Julio Antonio Mella, que abastece de pirita (FeS_2) a la mencionada planta y en la agricultura, la cual se dedica fundamentalmente al cultivo del tabaco y en menor grado al de frutos menores. También en la zona se desarrolla la repoblación forestal, por lo que existe una extensa área de bosques.

La mina de Matahambre se abastece de agua potable mediante un -- acueducto local, el cual se alimenta del río Peña Blanca, embalsado por dos micropresas. La energía eléctrica proviene de la red -- nacional, por la línea de 33 000 Volt, además en Santa Lucía existe una termoeléctrica que presta servicio al poblado de Mataham-- bre.

1.3. Laboreos mineros de acceso a la Zona Mineralizada 70.-

La Zona Mineralizada Polimetálica 70, conocida también con el nombre de "Cuerpo 70", tiene acceso por los tres pozos existentes en la Mina Matahambre, por medio de diferentes galerías avanzadas en años anteriores en los distintos niveles para la explotación de los cuerpos cupríferos de la mina. Los accesos al Cuerpo 70 se presentan del siguiente modo:

-por el pozo #1, el cual fue en otros tiempos el pozo principal de la mina, aunque hoy sólo juega el rol de pozo auxiliar debido a su mal estado técnico, a través de los niveles 19, 20 y 21 y - a través de las galerías que se observan en el anexo 16.

-por el pozo #2 que es en la actualidad el pozo principal de la mina y por las galerías en los niveles 21, 22, 23, 24, 26, 28, 30 y 32 (ver anexos del 16 al 23).

Además de estos niveles es posible el acceso por los niveles 34- y 36 hacia donde se supone debe de continuar la Zona 70.

Existe también comunicación entre los pozos #1 y #2 por el nivel 21 y entre los pozos #2 y #3 por el nivel 26. Este último pozo, el #3, funge en la actualidad como pozo auxiliar, aunque en años anteriores jugó el papel de pozo principal.

Las galerías que dan acceso a la zona del "Cuerpo 70" se hallan en general en buen estado minero-técnico, requiriéndose sólo en algunos casos la rehabilitación o renovación de las mismas. Es de destacar que para la explotación y futura explotación del Cuerpo 70 es posible emplear las galerías avanzadas en años anteriores para la exploración y explotación de los cuerpos cupríferos, lo cual representa una gran ventaja para este nuevo yacimiento, parte orgánica del Yacimiento Matahambre; aunque también se hace necesario para la exploración el avance de algunas galerías para orientar la misma en la forma más correcta posible.

El yacimiento Matahambre se encuentra aún en sus planos bases topográficos y geológicos según el sistema antiguo (inglés) de medidas, amarrado a un sistema local de coordenadas, por lo que se

propone en este trabajo para el nuevo yacimiento que representa el "Cuerpo 70" su traslado al Sistema Métrico Decimal y al sistema de coordenadas nacionales.

1.4. Análisis crítico sobre los trabajos realizados anteriormente en la Zona Mineralizada 70.-

La Zona Mineralizada 70 fue detectada por primera vez en el año 1938 por los norteamericanos cuando se exploraba al norte de la falla Manacas (ver anexo 2) en los niveles 21 y 22, con el objetivo de buscar la continuación de la zona cuprífera 19. Es así que la perforación No. 263, corta desde la galería 21-19-8 una zona con elevado contenido de pirita (ver anexo 7) conjuntamente con contenidos no muy altos de calcopirita (un poco más de 2% de Cobre). Un año más tarde continuándose las perforaciones de búsqueda de la Zona 19, desde el nivel 22 es cortada nuevamente la zona pirítica por la perforación No. 413 (ver anexo 8) desde la galería 22-19-2, dando esta perforación como resultado además de pirita altos contenidos de plomo y zinc, para el plomo valores que oscilaban entre 1.94 y 6.75% y para el zinc entre 6.18 y 13% detectándose además en los análisis químicos realizados contenidos de oro y plata cuyos valores fueron de hasta 6.85 g/T para el oro y de hasta 39.7 g/T para la plata. Estas dos perforaciones sentaron base para la posible presencia de una nueva zona en el yacimiento de tipo pirito-polimetalica.

Posteriormente en los años 1944-45 fueron realizadas nuevas perforaciones, en este caso en el nivel 24 cortándose con la perforación 1491 desde la galería 24-70-13 (ver anexo 16) la zona pirítica, obteniéndose nuevamente altos contenidos de pirita (hierro alrededor de 35%) y contenidos de plomo y zinc entre 6.7-2.08% para el primero y hasta 4.9% el segundo. El cobre por su parte no reportó valores altos (alrededor de 0.4%). Posteriormente se realizó la perforación 1501, cortándose también mineralización polimetalica, obteniéndose en este caso altos contenidos de hierro, -

(hasta un 40%) y de plomo y zinc hasta 1,86% y 7,88% respectivamente. En ambas perforaciones los contenidos de oro y plata reportados fueron bajos, siendo tanto para uno como para otro del orden de las primeras unidades de g/T.

A este descubrimiento no se le dio mayor importancia debido a que hubo de descubrirse una nueva zona cuprífera, la Zona 44, la cual constituyó una de las zonas más ricas descubiertas hasta entonces viéndose así salvada la economía de la mina Matahambre, pues las reservas de cobre según el criterio capitalista de los norteamericanos se hallaban en proceso de agotamiento.

Años más tarde en 1958-59 debido a la construcción de la planta de obtención de ácido sulfúrico "ROMETALES" (hoy planta sulfometalúrgica "Patricio Lumumba") a partir de la pirita se procedió a realizar la exploración de los niveles 24 y 26 por el geólogo norteamericano R. Bradley. Para ello fueron avanzadas las galerías 24-70-15 en el nivel 24 y la 26-70-4 en el nivel 26. Desde estas galerías fueron realizados sendos abanicos de perforaciones, cortándose en todas ellas mineralización polimetálica (ver anexo 11). Las perforaciones en estos niveles lograron detectar que la zona polimetálica estaba compuesta por una parte masiva hacia su pendiente y una red de vetillas entrecruzadas hacia el yacente (stockwork). En estos años los pozos perforados fueron en total los siguientes:

- en el nivel 24, seis pozos horizontales y uno inclinado por encima del nivel. El largo promedio de estos pozos fue de 158,6 m.
- en el nivel 26 se realizaron 6 pozos horizontales y dos inclinados por encima del nivel., cuyas longitudes promedios fueron de 115m.

Como resultado de las perforaciones realizadas en estos niveles, fue contorneada la Zona Polimetálica 70 en los mismos, separándose un cuerpo mineral masivo hacia el pendiente de la zona, caracterizada por altos contenidos de azufre, hierro, plomo y zinc, y una red de vetillas entrecruzadas hacia el yacente con contenidos menores que la parte masiva, fundamentalmente para el plomo y el zinc, los cuales son hasta cierto punto insignificantes.

En general los trabajos realizados en la zona presentaron toda una serie de deficiencias, tales como el empleo de perforaciones en forma de abanico, lo cual impide darle una correcta interpretación al posible contorno de los cuerpos minerales, toda vez -- que los mismos no han sido cortados perpendicularmente a su rumbo. Por otro lado la documentación existente de estas perforaciones es como regla general muy escueta, esquemática y en la mayoría de los casos ilegible, además los resultados que se tienen de los análisis químicos en muchos casos están incompletos. Conjuntamente con estos trabajos fue tomada una muestra tecnológica y enviada a los Estados Unidos, pero se desconoce cual fue el peso de la muestra y a qué escala se llevó la investigación. De esta muestra sólo se conoce que fue tomada del nivel 26 y los contenidos medios de los componentes útiles, los cuales no fueron representativos de los contenidos medios hasta ahora conocidos, según el Cálculo de reservas realizado en 1963 por A. Stohl. Comparativamente se ofrecen los resultados de los contenidos medios de la muestra y los del bloque 24-26 (según cálculo de reservas de 1963.).

Componentes útiles	Contenidos medios de la muestra.	Contenidos medios según cálculo de reservas de 1963.
Azufre	32,43%	30,11 %
Hierro	33,10%	30,62 %
Plomo	0,90%	1,66 %
Zinc	2,70%	4,76 %
Cobre	0,22%	0,28 %
Oro	1,7 g/T	0,66 g/T
Plata	22,1 g/T	21,30 g/T

Según puede apreciarse en la tabla anterior la muestra enviada -- hacia los Estados Unidos difiere de los contenidos medios de los componentes útiles calculados para el bloque. Los resultados obtenidos con las pruebas realizadas fueron los -- siguientes.

Prueba No.1

Productos	% en peso	Contenido del Concentrado (%)			Recuperación (%)		
		Cu.	Pb.	Zn.	Cu.	Pb.	Zn.
Cabeza		0,22	0,90	2,70	-	-	-
Cabeza calculada	100	0,22	0,89	2,44	100	100	100
Concentrado limpio de Cu-Pb.	2,2	0,88	1,41	1,11	8,4	3,5	6,9
Concentrado medio de Cu-Pb.	6,6	0,64	2,54	2,41	18,3	18,8	5,9
Concentrado Zn.	5,1	1,28	6,65	11,4	28,7	38,1	22,7
Colas	86,1	0,12	0,41	2,04	44,6	39,6	70,5

Prueba No.2

Productos	% en peso	Contenido del Concentrado (%)			Recuperación (%)		
		Cu.	Pb.	Zn.	Cu.	Pb.	Zn.
Cabeza	-	0,22	0,90	2,70	-	-	-
Cabeza Calculada	100	0,21	0,98	2,66	100	100	100
Concentrado de Cu-Pb	11,0	0,44	0,55	2,40	23,1	6,1	9,9
Concentrado de Zn.	5,5	0,34	0,43	4,42	8,9	2,4	9,1
Colas	33,5	0,17	1,08	2,58	68,0	91,5	81,0

Según se observa en las tablas anteriores los resultados obtenidos con el ensayo tecnológico no presentan interés económico, dado por los valores tan bajos que se obtuvieron en los concentrados de Cu-Pb, así como por la baja recuperación obtenida en cada uno de los elementos sometidos al ensayo tecnológico. Las pruebas realizadas tanto para la obtención de un concentrado limpio como de un concentrado medio para Cu-Pb. dieron resultados poco alentadores; por otra parte el concentrado de Zn. para la segunda prueba quedó aún por debajo del contenido medio del elemento en el bloque (4.76%). En la primera prueba se obtuvo un concentrado de Zn, que aunque está por encima del contenido medio de éste, es necesario para su aprovechamiento económico elevar éste último y por ende disminuir su contenido en las colas.

Años más tarde, ya estando la mina en manos del gobierno revolucionario, en 1963 el geólogo checoslovaco A. Stohl realizó un cálculo de reservas entre los niveles 23 y 28, tomando como base los datos de la exploración de los años 1958-59 realizada por los norteamericanos. Para realizar este cálculo compiló y generalizó todos los datos de ese tiempo, además de ello fue muestreada la Zona Mineralizada 70 en los niveles 24 y 26 por el método de surcos, realizándose dicho muestreo en las galerías 24-70-16 y 26-70-4 (ver anexos 10 y 11).

Como resultado de este cálculo de reservas se obtuvieron 1,7 millones de toneladas de reservas balanceadas en categorías C_1+C_2 con los siguientes contenidos medios:

S - 30,11 %

Fe 30,62 %

Zn 4,76 %

Pb 1,66 %

Cu 0,28 %

Ag 21,30 g/T

Au 0,66 g/T

Además fueron calculadas como reservas no balanceadas 1,08 millones de toneladas en categoría C_2 correspondiente a la red de vetillas entrecruzadas con los siguientes contenidos medios:

S 16,23 %

Fe 20,44 %

Zn 2,07 %

Pb 0,47 %

Cu 0,15 %

Ag 7,70 g/T

Este cálculo de reservas no fue aprobado por presentar toda una serie de deficiencias las cuales se encuentran señaladas en las "Críticas sobre el Cálculo de Reservas de Polimetales del "Cuerpo 70, Matahambre, 1963" del Dpto. Científico de Geología.

También en este año, 1963, fue enviada a Checoslovaquia una muestra tecnológica de 1 Ton. de peso, la cual fue tomada del nivel 26

cuyos contenidos medios son los que se dan a conocer en la siguiente tabla en comparación con los contenidos medios del cálculo de reservas de 1963:

Componentes útiles	Contenidos medios de la muestra (% , g/T)	Contenidos medios según 1963 (% , g/T)
Azufre (S)	32,29	30,11
Hierro (Fe)	32,54	30,62
Plomo (Pb)	6,67	1,66
Zinc (Zn)	1,61	4,76
Cobre (Cu)	0,11	0,28
Plata (Ag)	40,00	21,30
Oro (Au)	0,50	0,66

Según puede observarse en la tabla anterior la muestra tomada no fue representativa de los componentes útiles principales de la mena polimetalica para el nivel 26, fundamentalmente para el plomo, zinc, cobre, plata y oro.

La muestra fue sometida a procesos de flotación colectiva y selectiva con el fin de obtener concentrados de polimetale para su uso comercial.

Los resultados del ensayo tecnológico fueron los siguientes:

a).-Resultados del método de flotación colectiva:

Productos obtenidos	% en peso	Contenido del concentrado (%)				Recuperación (%)			
		Cu	Pb	Zn	S	Cu	Pb	Zn	S
Cabeza	100	0,11	0,79	1,63	31,4	100	100	100	100
Conc. col.	76,31	0,14	1,00	2,02	40,3	93,9	97,2	94,4	98,0
Colas	26,39	0,03	0,09	0,38	2,62	6,1	2,8	5,6	2,0

Según puede observarse el concentrado colectivo obtenido no posee leyes altas de los metales a excepción del azufre (S), lo cual indica que los resultados obtenidos con la flotación colectiva no son satisfactorios, lo cual puede deberse a varias causas, tales como: baja representatividad de la muestra respecto a los contenidos medios de la mena, que tal vez el método empleado en el ensayo tecnológico no haya sido el más idóneo; obsérvese -

bajo de los contenidos medios para el nivel.

b).--Resultados del método de flotación colectiva.

En este caso se realizaron dos pruebas con el fin de obtener -
concentrados colectivos de plomo (Pb) y (Zn).

Prueba No.1

Productos obtenidos	% en peso	Contenido del Con- centrado (%)				Recuperación (%)			
		Cu.	Pb.	Zn.	S.	Cu.	Pb.	Zn.	S.
Cabeza	100	0,13	0,71	1,63	32,2	100	100	100	100
Conc. de Pb	12,4	0,44	3,32	1,49	44,2	41	58	11,4	17,2
Conc. de Zn	13,07	0,26	0,97	9,09	40,2	25,4	17,9	73,1	16,4
Colas	74,53	0,06	0,25	0,34	28,5	33,6	24,1	15,5	66,4

Prueba No.2

Productos obtenidos	% en peso	Contenido del Con- centrado (%)				Recuperación (%)			
		Cu.	Pb.	Zn.	S.	Cu.	Pb.	Zn.	S.
Cabeza	100	0,18	0,68	1,62	31,0	100	100	100	100
Conc. de Pb	23,06	0,26	2,08	1,47	41,4	48,8	70,5	20,9	30,9
Conc. de Zn	7,66	0,33	0,64	13,8	35,7	20,5	7,2	65,5	8,8
Colas	69,24	0,05	0,22	0,32	26,9	30,9	22,3	13,6	60,3

Si se observan los resultados obtenidos en las tablas anteriores puede notarse como se obtuvieron algunos resultados positivos en lo que respecta a los concentrados de Pb y Zn, pero según los tecnicos checoslovacos que realizaron las pruebas la obtención de eè los concentrados de Pb y Zn. resultó ser muy problemática y que la obtención de concentrados colectivos de Pb-Zn es posible, pero el costo del proceso sobrepasaría los valores de estos metales; - por último recomiendan emplear la mena como fuente para la obten ción de ácido sulfúrico a partir de la pirita (FeS_2).

Estos resultados obtenidos, desfavorables, es posible se deban a que en primer lugar la muestra tomada no fuera representativa -- del nivel 26 y que quizás la tecnología empleada en la elabora-- ción de las menas no sea la óptima, por lo cual estos resultados no deben tomarse como definitivos.

A mediados del año 1965 fue llevada a cabo la exploración de los niveles 23 y 30 por el geólogo checoslovaco J. Burian, para ello fueron realizadas dos abanicos de perforaciones desde las galerías 23-70-7 y 30-70-2 (ver anexos 9 y 13). Desde el nivel 23 se perforaron cinco pozos horizontales y dos inclinados, con longitud promedio de 113,75 m, en el nivel 30 por su parte fueron perforados seis pozos horizontales y dos inclinados, con longitud promedio de 102,6 m. Todos los pozos perforados en ambos niveles cortaron mineralización polimetálica. Los trabajos realizados en este año también adolecen de los mismos defectos que los de los años 1958-59, métodos incorrectos de exploración al emplearse de nuevo perforaciones en abanico, lo cual no permite dar una correcta interpretación a los cuerpos minerales en estos niveles. También hay deficiencias desde el punto de vista organizativo de los trabajos, pues entre la documentación primaria y lo que aparece representado en los planos bases de estos niveles hay contradicciones, ya que en la documentación aparecen horizontales y en los planos se representan como inclinados; por otra parte los resultados de los análisis están incompletos, no contándose en muchos casos con los resultados, para plomo, zinc, oro y plata. En otros casos también se dejaron intervalos en las perforaciones sin muestrear, llevado en muchos casos por bajas recuperaciones de testigos de perforación en casi todos los pozos perforados. Todo lo anteriormente mencionado lleva a un grado de incertidumbre tal que no es posible dar una interpretación correcta a los contornos de los cuerpos minerales en ambos niveles, pero sobre todo en el nivel 30 que es donde peor se encuentran los materiales de facto de la exploración.

En el año 1970 el Ing. I. Bandera amplió los resultados del cálculo de reservas de 1963, para ello empleando los mismos criterios que A. Stohl y llevó el cálculo de reservas hasta los niveles 22 y 30. Como resultado de este nuevo cálculo se obtuvieron hasta 2,3 millones de reservas balanceadas en categoría C_1/C_2 . Los contenidos medios para estas reservas fueron:

S 29,63 %

Fe 20,77 %

Pb 1,22 %

Zn 3,55 %

Cu 0,41 %

Además de estas reservas fueron calculadas 1,2 millones más como no balanceadas con los siguientes contenidos medios:

S 16,54 %

Fe 20,27 %

Pb 0,36 %

Zn 0,85 %

Cu 0,16 %

Este nuevo cálculo de reservas nunca tuvo aprobación oficial.

Los últimos trabajos realizados en el Cuerpo 70 fueron llevados a cabo por los ingenieros checoslovacos S. Gabora y F. Ambra en los años 1973-74 para los niveles 28, 30 y 32.

Estos trabajos fueron ejecutados por medio de perforaciones en abanico. Desde la galería 28-0-2 se perforaron 9 pozos horizontales con una longitud promedio de 180,45, cortando todos ellos mineralización polimetálica. En el nivel 32 y desde la galería 32-0-2, se perforaron 7 pozos horizontales y 2 inclinados por debajo del nivel, en este caso también todos los pozos cortaron mineralización polimetálica, la longitud promedio de los pozos perforados fue de 162,45 m.

Finalmente en 1974 S. Gabora perforó 5 nuevos pozos en el nivel 30 con objetivo desconocido, resultando que todos los pozos cortaron mineralización polimetálica (ver anexo 13)

Los trabajos realizados durante estos años fueron también deficientes, presentando las mismas deficiencias que en años anteriores, pero estos últimos agravados por las contradicciones existentes entre la documentación primaria y los planos bases de los niveles respecto a la orientación espacial de los pozos, ya que los mismos no aparecen en los planos como lo refleja la documentación, por tanto el grado de certidumbre que puedan arrojar es-

Este mismo año, 1974, fue tomada otra muestra tecnológica del nivel 26 cuyo peso fue de 85 Kg. La misma fue enviada al CIPIMM -- para someterla a ensayos a escala de laboratorio.

Los contenidos medios de los componentes útiles fueron los siguientes:

Componentes útiles	Contenidos medios de la muestra (%)	Contenidos medios según Cálculo de reservas 1963
Azufre	28,53	30,11
Hierro	No analizado	30,62
Plomo	1,41	1,66
Zinc	4,20	4,76
Cobre	0,18	0,28
Plata	No analizado	21,30
Oro	No analizado	0,66

Según puede observarse en la tabla anterior de todas las muestras tomadas ésta ha sido la que más se ha acercado a los contenidos medios de plomo y zinc según el cálculo de reservas de 1963.

Los resultados obtenidos de la prueba fueron los siguientes:

Productos obtenidos	% en peso	Contenido del concentrado (%)			Recuperación (%)		
		Pb.	Zn.	S.	Pb.	Zn.	S.
Cabeza	100	1,41	4,20	28,53	100	100	100
Conc. de Pb.	13,20	6,50	3,17	32,40	68,8	10,3	17,4
Conc. de Zn.	6,10	1,16	52,3	26,40	5,6	78,2	6,5
Conc. de pirita.	37,20	6,41	0,49	42,40	11,2	6,4	64,1

Los resultados obtenidos de la prueba anterior de flotación selectiva dan como conclusión la posibilidad de un concentrado comercial de Zn, sin embargo para el plomo aunque logró elevarse algo su ley en el concentrado, ésta aún debe de elevarse más para un mayor aprovechamiento económico de este metal.

Luego de haber analizado los trabajos realizados en el Cuerpo 70 - con anterioridad se puede concluir lo siguiente:

1.- Los métodos empleados en la exploración de la Zona Polimetálica 70 no han sido los más idóneos dada la morfología que presenta la

misma.

- 2.-El muestreo de las perforaciones así como la documentación de éstas han sido en general insuficientes, por lo que la información que pueden suministrar dichas perforaciones es como regla muy imprecisa.
- 3.-Las características tecnológicas de la materia prima mineral aún no han sido definidas con exactitud dada la mala selección de las muestras tecnológicas que como regla no han sido representativas de los niveles en que han sido tomadas.
- 4.- La Zona Mineralizada Polimetálica 70 debe encerrar un mayor número de reservas que las calculadas en años anteriores, pues hasta ahora no se ha realizado una exploración sistemática de la misma que ofrezca un mejor conocimiento de las características geologo-estructurales y de los parámetros geologo-industriales fundamentales para el esclarecimiento de las reservas.

C A P I T U L O I I

P A R T E G E O L O G I C A

G E O L O G I A D E L A R E G I O N (campo mineral)

2.1. Situación del campo mineral dentro de la estructura geológica regional.

El Campo Mineral Matahambre se encuentra ubicado en el cinturón mineral del norte de Pinar del Río y estructuralmente se halla situado en la llamada zona de transición entre el Sinclorium de Viñales y la elevación norte del meganticlinorium de Pinar del Río. Su centro dista unos 4 Km. de una falla profunda que limita al norte con el Sinclorium de Viñales y 2 Km. de una falla de carácter regional llamada Falla Limonar.

El campo mineral ocupa el flanco norte de un anticlinal de primer orden y se halla desarrollado en las rocas de la formación San Cayetano de edad Jurásico inferior-Jurásico medio.

2.2. Estratigrafía.

El campo mineral según se menciona en el punto anterior se encuentra en las rocas de la formación San Cayetano (J_1-J_2), aunque también existen sedimentos más jóvenes pertenecientes al Cretácico superior-Eoceno y algunos espesores de sedimentos del Cuaternario (ver anexo 2).

Formación San Cayetano (J_1-J_2).-- Esta formación se caracteriza por estar formada por potentes secuencias de areniscas, aleurolitas y esquistos, alternadas rítmicamente a modo de flysch. Su espesor se calcula alrededor de 5500 m.

Esta formación fue dividida convencionalmente en tres subformaciones por el geólogo soviético N. Vologdin en los alrededores del campo mineral, teniendo en cuenta las relaciones cuantitativas entre las areniscas y los esquistos; estas tres subformaciones son las siguientes:

a).--Subformación inferior.-- Predomina la parte esquistosa, la cual aflora en el núcleo del anticlinal, su espesor máximo es de alrededor de 3500 m. Su parte inferior forma el área del campo mineral Matahambre

b).--Subformación media.-- Está formada predominantemente por capas

Serie Pozo.-Está compuesta por potentes capas de areniscas...

c).-Subformación superior.- Se caracteriza por ser de tipo arenisco-esquistosa, con esquistos arcillosos y arcilloso-sericiticos de color lila, su espesor se calcula de unos 100 m.

De estas tres subformaciones la más importante es la inferior, - que es donde se halla localizado el campo mineral Matahambre. A continuación se describirá la subformación inferior con mayor detalle:

La subformación inferior fue subdividida dentro de los límites del campo mineral por el geólogo norteamericano E. Pennebaker - en seis series estratigráficas, las cuales de abajo hacia arriba son las siguientes:

1.-Serie Areniscas del yacente.- Esta serie se halla formada por capas finamente estratificadas de areniscas con algunas intercalaciones de aleurolitas. La potencia de la serie se calcula entre 300-400 m. con tendencia a disminuir hacia el suroeste en forma brusca.

2.-Serie esquistos del Este.- Compuesta en su mitad inferior por argilitas, aleurolitas y areniscas de grano fino; hacia su mitad superior predominan esquistos arcillosos con intercalaciones aisladas de areniscas, cuyas capas alcanzan los 3-10 m. de espesor. La potencia de la serie en general es de 400-600 m. E. Pennebaker le llamó a la parte superior de esta serie como "Esquistos del Sur".

3.-Serie Matahambre.-Está formada por potentes capas de areniscas además de dos horizontes de esquistos con algunas intercalaciones de areniscas. Los horizontes de areniscas tienden a aumentar con la profundidad. La serie posee una potencia entre 120-180 m.

4.-Serie Ruiseñor.-Se halla desarrollada en la parte central y noreste del yacimiento Matahambre. Constituye la serie que mejor se destaca por su litología dentro del campo mineral. Está formada por areniscas con un alto grado de cuarcificación (casi cuarziticas) con intercalaciones aisladas de esquistos carbono-arcillosos de poco espesor. En dirección suroeste las areniscas de esta serie cambian bruscamente a rocas aleuro-arcillosas. Su espesor -

5.-Serie Pozo.-Está compuesta por potentes capas de esquistos carboníferos-arcillosos finamente laminados (pizarras) con intercalaciones frecuentes de areniscas de grano fino a medio. La serie posee una potencia aproximada de 250 m.

6.-Serie Laguna.-Esta se caracteriza por la presencia de aleurolitas con algunas intercalaciones de esquistos arcillosos hacia su parte superior. Su potencia es de aproximadamente 500 m.

Además de las series anteriormente descritas se definió otra más por E. Malinovsky en sus trabajos de levantamiento en el campo mineral de Matahambre; esta serie se conoce como "Esquistos del Oeste y está formada por un complejo interestratificado de areniscas y esquistos. Su potencia se estima de unos 50 m.

Sedimentos del Cretácico superior-Eoceno (Crg_2 - Pg_2).-- Se hallan desarrollados hacia el sureste del campo mineral (ver anexo 2) en los límites de la zona de falla Limonar siendo sus principales representantes calizas bituminosas de color gris a gris oscuro con pequeños lentes de areniscas y calizas arcillosas en su parte superior y pequeñas capas de esquistos calcáreos negros hacia su parte inferior.

2.3. Magmatismo y vulcanismo.

La presencia de rocas magmáticas y vulcanógenas en el campo mineral era desconocida hasta que E. Malinovsky estableció su presencia en la parte sureste del campo mineral (ver anexo 2). Están confinadas hacia la zona de fallas Limonar y pertenecen a la facie efusiva.

La facie efusiva a que pertenecen las rocas magmáticas han sido subdivididas a su vez en las siguientes subfacies:

-subfacie explosiva, representada por tobas de composición andesito-dacítica, fuertemente cloritizadas y algo sericitizadas, aglomerados tobáceos y aleurolitas tobáceas.

-subfacie de derrame de lava, también representada por rocas de composición andesito-dacítica cloritizadas y sericitizadas.

-subfacie de chimenea, cráter o canal, representada por lavas y aglomerados conformados por clastos de areniscas y esquistos cementados por lavas que posiblemente sean relictos de centros volcánicos antiguos.

Por último se encuentra en el campo mineral la facie subvolcánica, representada por pequeños diques de composición media de dioritas y porfiritas dioríticas, fuertemente cloritizadas y en menor grado piritizadas.

Se considera que la mineralización hidrotermal del yacimiento Matahambre esté relacionada paragénéticamente con estas rocas magmáticas de composición media, pero esto último no está suficientemente comprobado.

2.4. Tectónica.

El campo mineral Matahambre se encuentra ubicado en el flanco norte de un anticlinal de primer orden, cuya dirección es de unos 50° al noreste, complicado por una serie de fallas longitudinales. Una de estas fallas limita al campo mineral por el sureste y se conoce como falla Limonar. Esta falla corta con ángulo agudo el anticlinal de primer orden. Este anticlinal es asimétrico y hacia su flanco norte tiene un transcurso normal, mientras que el sur se halla complicado por una serie de pliegues lineales anticlinales y sinclinales hacia las partes limítrofes de la falla Limonar.

Existe una estrecha relación entre las estructuras plicativas y disyuntivas del campo mineral, pudiendo observarse pasos graduales de dobladuras de flexuras abruptas a dislocaciones disyuntivas a modo de rupturas por cizallamiento, las cuales surgieron mayormente al final del plegamiento.

Dentro del campo mineral se destacan 2 sistemas de dislocaciones disyuntivas (fallas), las cuales dan al mismo una gran complejidad tectónica. Estos dos sistemas son los siguientes;

- a).--Sistema Longitudinal de dirección noreste
- b).--Sistema transversal con dirección sureste.

El sistema longitudinal se desarrolla hacia la parte norte y sur del campo mineral (ver anexo 2), el mismo lo conforman una serie de fallas de carácter regional que a su vez son concordantes con el rumbo de los estratos. Estas fallas son las denominadas: falla Manacas, falla Laguna (¿), falla Limonar y otras sin denominación. Las mismas se caracterizan por presentar ángulos de buzamiento abruptos. De todas las fallas la mejor estudiada es la falla Manacas y según el criterio de todos los investigadores la misma posee un carácter rotacional lo cual se evidencia por el movimiento de sus bloques, los cuales a lo largo del transcurso de la falla se presenta con diferentes signos.

El sistema transversal por su parte tiene como representante principal un sistema de fallas denominado Alfa-Beta, desarrollado hacia la parte oeste del campo mineral (ver anexo 2).

Estas fallas presentan rumbo sureste y buzamientos también abruptos hacia el noreste; las mismas cortan casi perpendicularmente al anticlinal asimétrico y hacia el sureste se cruzan con el sistema de fallas longitudinales pertenecientes a una estructura de tipo grabensinclinal donde se desarrolla el complejo de rocas magmático-vulcanógenas.

Los dos sistemas de fallas, longitudinales y transversales, dan al campo mineral Matahambre una compleja división en bloques con diferentes características geológicas; en uno de estos bloques, el central, se halla ubicado el yacimiento Matahambre.

2.5. Minerales útiles de la región (Campo Mineral).-

En el área comprendida dentro del campo mineral se destacan dos yacimientos y algunas manifestaciones minerales. Entre los yacimientos se encuentran: el yacimiento Matahambre (incluyendo la Zona Polimetalica 70) y el Yacimiento Julio A. Mella.

Las manifestaciones minerales más importantes son: Nieves, Loma Mineral y otras detectadas entre los yacimientos Julio A. Mella y Matahambre.

El yacimiento Matahambre tiene como minerales útiles fundamentales la calcopirita (CuFeS_2) y los polimetales del Cuerpo 70, pero en la actualidad el fundamental es la calcopirita, el cual se explota desde principios de siglo. La Zona Polimetálica 70 que por sus características constituye un yacimiento aparte tiene como minerales útiles fundamentales, pirita (FeS_2), esfalerita (ZnS), galenita (PbS) y en cantidades subordinadas calcopirita, oro y plata. El yacimiento Julio A. Mella posee como minerales útiles fundamentales, pirita, esfalerita, galenita, oro y plata, pero sólo se -- aprovecha del mismo la pirita, la cual se emplea en la obtención de ácido sulfúrico en la planta de sulfometales de Santa Lucía; -- las características principales de este yacimiento serán expuestas más adelante en comparación con el Cuerpo 70.

La manifestación mineral Nieves se encuentra a unos 3 Km. al sur del yacimiento Matahambre; la misma constituye un cuerpo mineral -- pirítico con contenidos subordinados de calcopirita, su mineralo-- gía es similar a la del yacimiento Julio A. Mella.

La manifestación denominada Loma Mineral es también de tipo pirito polimetálica, pero los datos existentes sobre ella son hasta ahora insuficientes y algunos autores la han[considerado] como no perspectiva.

En general el área que abarca el campo mineral tiene como minera-- les fundamentales la calcopirita y la mineralización de tipo piri-- to-polimetálica.

2.6. Hidrogeología del campo mineral.-

El campo mineral en general se destaca por poseer horizontes acui-- feros de muy pobre caudal, el agua presente en los yacimientos en explotación, Julio A. Mella y Matahambre, es fundamentalmente de-- tipo fisural y como producto del agua empleada en los procesos de avance de los laboreos mineros, además de ello, existe agua prove-- niente de las precipitaciones la cual se infiltra por laboreos mi-- neros superficiales antiguos, pero su volumen es mínimo.

CAPITULO III

GEOLOGIA DE YACIMIENTO

En este capítulo se tratará la geología del yacimiento que constituye la Zona Mineralizada 70 en conjunto con la del yacimiento Matahambre, pues aún cuando el primero constituye por sus particularidades geológicas en general y sus características económicas un yacimiento aparte, es a la vez parte orgánica del yacimiento Matahambre, haciendo mayor hincapié en la Zona mineralizada 70.

3.1. Estratigrafía.

El yacimiento Matahambre se encuentra ubicado en la parte central del campo mineral de igual nombre y las rocas que lo constituyen pertenecen a la formación San Cayetano (J_1 - J_2), la cual fue descrita en el capítulo anterior (punto 2.2) al definir la geología del campo mineral. De las series descritas en el capítulo anterior en el yacimiento Matahambre se desarrollan las siguientes:

- 1.-Serie Areniscas del Yacente.
- 2.-Serie Esquistos del Sur (parte alta de la Serie Esquistos del del Este).
- 3.-Serie Matahambre.
- 4.-Serie Ruiseñor.
- 5.-Serie Pozo.
- 6.-Serie Laguna.

La Zona Polimetálica 70 se encuentra enmarcada dentro de los límites de las series Pozo y Ruiseñor, la subyacen las rocas de la serie Matahambre y por encima se encuentran las rocas de la serie Laguna.

Todas estas series fueron descritas en el capítulo anterior, en este capítulo describiremos solamente las características petrográficas principales que presentan las rocas de la formación San Cayetano.

Esquistos.- Son rocas de constitución arcilloso-carbonosa, las cuales durante el metamorfismo regional pasan a esquistos sericiticos, cuarzo-sericiticos y en ocasiones grafito-sericiticos; los mismos presentan gran cantidad de material carbonoso y en ocasiones piritización.

Areniscas.- Son rocas de color gris-gris verdoso, de grano fino a grueso, poseen gran cantidad de cuarzo y material carbonatado, por efecto del metamorfismo regional aparecen intensamente cuarcificadas, casi convertidas en cuarcitas, son rocas de elevada dureza y muy compactas, debido a estas dos últimas características se fracturan durante los procesos de pelgamiento y fallamiento.

Aleurolitas.- Son rocas de grano fino, de color gris oscuro y de constitución cuarzosa; las aleurolitas producto del metamorfismo regional y del dinamometamorfismo se presentan con una textura esquistosa, por lo general se encuentran muy sericitizadas.

Todos los miembros del complejo de rocas poseen características bien claras de estratificación. Las capas de areniscas de grano grueso presentan fenómenos de estratificación cruzada y señales de oleaje, lo cual ha llevado a suponer que la deposición de los sedimentos ocurrieron en aguas poco profundas. Los esquistos de la serie Pozo se caracterizan por una fina laminación, presentando una textura pizarrosa.

2.3. Tectónica del yacimiento.

El yacimiento Matahambre se encuentra ubicado estructuralmente en el ala norte de un anticlinal de primer orden que conforma el campo mineral.

El surgimiento del yacimiento y su emplazamiento está condicionado a la intersección de los sistemas de fallas de carácter regional como son: falla Manacas, perteneciente al sistema de fallas longitudinales y el conjunto denominado Alfa-Beta perteneciente al sistema de fallas transversales. En las cercanías del cruce de ambos sistemas se halla emplazado el yacimiento Matahambre.

La Zona Polimetálica 70 se encuentra ubicada en el bloque noroeste de la falla Manacas (bloque pendiente) y se estima esté asociada a una abertura interestratificada surgida en el contacto entre las serie Ruiseñor y Pozo, se supone que la Zona Polimetálica 70 esté cortada en la profundidad por la falla Laguna (supuesta), la cual -

En general las rocas del yacimiento Matahambre presentan una dirección noreste entre 40° y 60° , con ángulos de buzamiento también entre 40° y 60° hacia el noroeste. Todas las rocas tienen su yacencia complicada por una serie de pliegues isoclinales y pliegues de arrastre transversales.

Respecto a las dislocaciones disyuntivas (fallas) que se encuentran en el yacimiento se tienen los dos sistemas principales de fallas mencionados en el capítulo anterior los cuales dan al yacimiento una gran complejidad tectónica.

El primer sistema de fallas pertenece al longitudinal de dirección noreste el cual es aproximadamente concordante con los elementos principales de la estructura aplicativa. El segundo sistema de fallas, sistema transversal, de rumbo sureste se halla orientado perpendicularmente al rumbo de las rocas o las cortan bajo ángulos agudos.

Dentro de las dislocaciones disyuntivas longitudinales las más importantes son: la falla Manacas, las fallas Ruiseñor y numerosas fallas interestratificadas asociadas a las capas de esquistos en contacto con las areniscas.

La falla Manacas representa en sí una zona de fallas cuyo rumbo es de aproximadamente 60° al noreste y ángulos de buzamientos entre 80° - 90° hacia el noroeste. El desplazamiento vertical de la falla se considera alrededor de 150 m. de amplitud y se cree por muchos autores que el sentido del movimiento de algunos de sus miembros tenga un carácter rotacional (falla de pivote).

Las fallas Ruiseñor forman a su vez dos sistemas de fallas separados unos 80 m. entre sí, constituyendo al igual que Manacas una zona fallada en la cual los distintos miembros se manifiestan con diferente intensidad y extensión. Estos dos sistemas de fallas han sido denominados como falla Ruiseñor de Pendiente y falla Ruiseñor de Yacente, desarrollados en las márgenes de la zona fallada.

La falla Ruiseñor de pendiente se caracteriza por un transcurso algo irregular, estando formada a su vez por una serie de fallas escalonadas; la falla Ruiseñor de Yacente sirve de límite entre las series Matahambre y Ruiseñor. Las fallas en sí representan fallas de plumaje de tipo cizalla y generalmente están orientadas paralelamente a la falla Manacas, representando un grupo de fallas interestratificadas cuyos buzamientos varían entre 50° y 65° hacia el noroeste.

También al sistema de fallas longitudinales pertenece la denominada falla Laguna, pero ésta no se conoce a ciencia cierta hacia la profundidad, sólo se conoce en superficie al ser mapeada por E. Malinovsky; se considera que sea semejante a la falla Manacas. Respecto al sistema transversal sus principales representantes son las zonas de fallas del sistema Alfa-Beta, la falla 44 y otras menos importantes.

La falla Alfa está representada en la superficie por una zona ancha de fallas con dirección con dirección sublatitudinal. La falla Beta se considera una falla de tipo inversa con rumbo también sublatitudinal y ángulos de buzamientos variables entre 60° y 90° hacia el norte y hacia el sur, esto último se considera que sea producto de un arqueamiento del plano de falla lo cual hace variar su buzamiento hacia los niveles superiores.

La falla denominada 44 se estima sea igual que la falla Alfa, una falla de plumaje de la falla Beta, tiene un rumbo sublatitudinal y buza con ángulos entre 50° y 70° hacia el norte.

Es característico en el yacimiento el desplazamiento que sufren las fallas del sistema longitudinal provocado por el sistema de fallas transversales, aunque la magnitud del desplazamiento es pequeño, por lo general no sobrepasa los 30 m.

También es notorio en el yacimiento un amplio desarrollo de grietas de tensión y Zonas de fragmentación con rumbos noroeste, noreste y submeridional.

Con estas grietas de tensión y zonas de fragmentación están asociados los cuerpos cupríferos del yacimiento Matahambre. Las grietas se orientan transversalmente a las rocas encajantes y como regla buzan con ángulos abruptos hacia el noroeste fundamentalmente.

3.3. Morfología: dimensiones y condiciones de yacencia de los cuerpos minerales.-

En el yacimiento Matahambre los cuerpos minerales cupríferos se hayan distribuidos según cuatro zonas, cuyos nombres les han sido asignados en dependencia del año en que fueron descubiertas. Estas zonas cupríferas son las siguientes: Zona 14; Zona 19; Zona 30 y Zona 44.

Los cuerpos minerales que forman cada una de estas zonas poseen morfología muy variada, presentándose los mismos en formas tabulares, columnares y filoneanas. Todos los cuerpos cupríferos poseen como características fundamentales poca extensión por el rumbo, poca potencia (alrededor de 20 m.) y gran longitud por el buzamiento. Los cuerpos en general buzan con ángulos semejantes al de las rocas encajantes con dirección noroeste.

La Zona Mineralizada 70, no se conoce a ciencia cierta sus características fundamentales, dado que la misma ha sido muy mal estudiada. La misma se concibe como una zona desarrollada en las areniscas de la serie Ruiseñor, alojada en una abertura interestratificada que se localiza en el contacto entre las series Ruiseñor y Pozo, formando una suave flexura a lo largo del buzamiento. La zona mineralizada se encuentra apantallada por los esquistos de la serie Pozo, se extiende con una longitud de alrededor de 300 m. con una potencia presumible de 100 metros. Por su buzamiento se extiende desde algo más arriba del nivel 19 (ver -- anexo 5) hasta más por debajo del nivel 36, esto es, alrededor de 900 metros; su ángulo de buzamiento se estima entre 45° - 50° hacia el noroeste. Dada la situación de apantallamiento de la zona por los esquistos de la serie Pozo y la flexura que presenta la zona es posible suponer que la Zona Mineralizada 70 está

representada hacia el pendiente por dos cuerpos minerales en forma de lentes masivas (ver anexo 5) dispuestas en forma escalonada, estando la primera lente desarrollada desde un poco más arriba del nivel 19 hasta un poco más abajo del nivel 28 y la segunda lente hacia el yacente de la primera y en forma escalonada desde algo más arriba del nivel 30 hasta por debajo del nivel 32, suponiéndose continúe en profundidad hasta más abajo del nivel 36 (ver anexo 5). La longitud de estas lentes por el buzamiento se estima entre los 200-300 metros, mientras que sus potencias máximas se calculan entre los 20-25 metros.

Hacia el yacente de las lentes masivas se desarrolla una red de vetillas entrecruzadas (stockwork) de unos 50-80 metros de potencia. Toda la zona polimetalica se encuentra a su vez apantallada hacia los niveles superiores (nivel 19) por la zona de falla Manacas, considerándose que continúe hasta cerca de la superficie según el plano de buzamiento de la falla Manacas y en forma de vetillas.

3.4. Composición mineral de la Zona Polimetalica 70.-

La composición mineral de esta zona es de tipo pirito-polimetalica, siendo sus principales minerales metálicos los siguientes:

- 1.-Pirita 75-80 %
- 2.-Esfalerita hasta un 30 %
- 3.-Galenita..... 5-7 %
- 4.-Calcopirita..... hasta 1 %

además de estos minerales han sido determinados según algunos datos minerográficos escasos, pirrotina, Arsenopirita y cubanita. También hubo de detectarse en análisis químicos y espectrales, plata y oro.

Respecto a la distribución de los minerales útiles en las dos tipos de mineralización del "Cuerpo 70", masiva y vetítica, se tiene que la parte masiva está compuesta fundamentalmente por Pirita,

esfalerita, galenita, pirrotina y en menor grado calcopirita. Para la parte vetítica se tiene que está formada principalmente por piritita y cantidades subordinadas esfalerita, galenita y calcopirita.

El oro y la plata detectados según análisis químicos y espectrales realizados por otros investigadores se comprobó que se hallaban en forma de ingrediente isomórfico en la esfalerita y la galenita.

Los minerales petrográficos fundamentales de la Zona Mineralizada 70 son el cuarzo principalmente, carbonatos, clorita, etc. *

Según el criterio de otros autores la distribución de los elementos útiles presentan cierta zonación vertical y horizontal. Hacia el pendiente de la zona hay predominio del plomo, zinc, plata y oro, según la vertical y en sentido contrario al buzamiento hay aumento en el contenido de cobre. El azufre se dispone fundamentalmente hacia el yacente de la zona y probablemente aumento su contenido en el sentido del buzamiento.

3.5. Alteraciones de las rocas encajantes y aureolas primarias.

En el yacimiento Matahambre según trabajos geoquímicos experimentales realizados por el soviético V. Sedov es posible observar una asimetría manifiesta en la distribución de las alteraciones hidrotermales. Para la Zona Polimetálica 70 estas son las siguientes: para los esquistos que juegan el rol de pantalla la alteración es bastante leve, pues macroscópicamente no se observan alteraciones hidrotermales; para la parte del yacente de la zona es posible observar alteraciones circumminerales intensamente desarrolladas en las areniscas, donde éstas se transforman en cuarcititas y metasomatitas carbonato-cuarzosas.

La columna metasomática presente es la siguiente: en primer lugar areniscas fuertemente cuarcificadas (casi cuarcititas), luego areniscas cuarcíferas y por último areniscas poco alteradas con algunas vetillas de cuarzo y carbonatos con diseminación dispersa de sulfuros (piritización).

Sobre la composición de las aureolas primarias en la Zona Mineralizada 70 los datos que se tienen son escasos, ya que solamente en un pozo se realizaron trabajos geoquímicos, el pozo 3681 del nivel 26, notándose que los elementos principales forman aureolas primarias en las rocas encajantes, así como aureolas de cobalto níquel y arsénico.

V. Sedov recomienda investigar como elementos indicadores fundamentales para el Cuerpo 70 al zinc, plomo, plata y como elementos secundarios; cobre, níquel y arsénico.

3.6. Criterios acerca de la génesis de la Zona Polimetálica 70.-

Hasta el presente no se ha vertido ningún criterio acerca de la génesis del "Cuerpo 70" por los investigadores que han realizado trabajos experimentales y de exploración en la zona mineralizada, sólo se han referido a las posibles fases de mineralización de que puede estar formada la zona, así como a la composición mineralógica y elemental de las menas.

Sobre la base de esas informaciones y por observaciones fundamentalmente macroscópicas de diferentes muestras así como de algunas secciones pulidas que existen de los niveles 24 y 26 en las galerías 24-70 16 y 26-70-4 las cuales atraviesan la zona polimetálica, se han podido distinguir las siguientes características.

a).-Las texturas presentes en las muestras analizadas son de tipo masiva, veteada y diseminada, observándose las dos últimas en la zona de desarrollo de la mineralización de vetillas entrecruzadas.

b).-Las estructuras observadas son de tipo colomórfica y de sustitución metasomática, típicas de procesos hidrotermales.

c).-Se observa una transición gradual entre las rocas alteradas por procesos hidrotermales (piritización, cloritización, cuarcificación, etc) y las no alteradas.

d).-La composición mineral y elemental de la zona mineralizada en su conjunto es compleja, dado por su contenido en minerales útiles como son piritita, esfalerita, galenita, calcopiritita, plata, oro, así como otros elementos detectados mediante análisis espectrales

e).-La morfología que presenta el Cuerpo 70, a modo de dos lentes masivas hacia el pendiente, con elevado contenido de pirita. Todas las características presentes en la zona mineralizada mencionadas anteriormente hacen suponer que la génesis del Cuerpo 70 sea según la clasificación genética de los yacimientos minerales de V.I. Smirnov, de tipo hidrotermal, específicamente a la clase de los yacimientos pirítico-polimetalicos. Ciertamente es que al suponer esta clasificación genética puedan surgir algunas contradicciones con respecto a otras características que presentan los yacimientos piríticos que no se adapten al Cuerpo 70, siendo una de ellas que los yacimientos piríticos se desarrollan en formaciones de tipo vulcanógeno-sedimentarias, mientras que la Zona Polimetálica 70 se encuentra desarrollada en rocas sedimentarias de la formación San Cayetano, afectadas por procesos de metamorfismo, sin embargo ^{es posible} de que en nuestro país puedan existir yacimientos piríticos asociados a dichas rocas⁽⁶⁾, además existen otros factores aparte de los mencionados para la Zona Mineralizada 70 que son característicos para los yacimientos piríticos como son: que las rocas alteradas hidrotermalmente hacia el yacente de la zona, siendo esta alteración gradual, que las rocas de caja alteradas contienen pirita diseminada y en vetillas, que la composición mineral de los yacimientos pirito-polimetálicos es análoga a la de la Zona 70.

Por último se desea expresar que todo lo planteado anteriormente acerca de la génesis del Cuerpo 70 está aún por comprobar con un estudio más profundo, por medio de análisis mineralógico y minero-gráfico de un gran volumen de muestras de los diferentes niveles donde se desarrolla el yacimiento, lo cual sería de gran utilidad en un futuro para la correcta orientación de los trabajos de búsqueda y exploración de nuevos cuerpos minerales aledaños a los hasta ahora conocidos.

3.7. Comparación entre las características principales de los yacimientos Julio A. Mella y Cuerpo 70.-

El yacimiento Julio A. Mella se encuentra situado a unos 3 Km. - al noreste del Yacimiento Matahambre, el mismo presenta características tales que recuerdan grandemente al Cuerpo 70.

El yacimiento Julio A. Mella está constituido por dos lentes masivas al igual que se concibe al Cuerpo 70; presentando también hacia su parte yacente un sistema de vetillas entrecruzadas. Los dos yacimientos se encuentran desarrollados en el contacto entre un horizonte potente de areniscas y un horizonte de esquistos - hacia el pendiente que sirve de pantalla a la mineralización polimetálica.

Las dimensiones de las lentes masivas del yacimiento Julio A. - Mella son semejantes a las del Cuerpo 70, según puede observarse en la siguiente tabla comparativa:

Yacimiento Julio A. Mella	Zona Polimetálica 70
Dimensiones de las lentes	Dimensiones de las lentes
Longitud por el buzamiento.....200 m.	Longitud por el buzamiento.....200-300 m.
Potencia Máxima. 35m.	Potencia Máxima. 20--25 m.

Respecto a la composición mineralógica de ambos yacimientos se tiene que ambos poseen los mismos minerales útiles; pirita, esfalerita, galenita, oro y plata.

Los contenidos medios de los yacimientos son más o menos análogos u oscilan dentro de un rango de contenido semejante, con algunas diferencias las cuales vienen dadas porque aún no se conocen definitivamente los contenidos medios de la Zona Mineralizada 70. A continuación ofrecemos una tabla comparativa donde se pueden apreciar los valores de éstos contenidos:

TABLA COMPARATIVA DE LOS CONTENIDOS MEDIOS DE LOS YACIMIENTOS JULIO A. MELLA Y CUERPO 70 (según cálculo de reservas de A. - Stohl, 1963).

ELEMENTOS	S %	Fe %	Zn %	Pb %	Cu %	Ag g/T	Au g/T
Yacimiento Mella.	36,77	35,92	3,37	1,26	0,57	50	2,5
Cuerpo 70	30,11	30,62	4,76	1,66	0,28	21,3	0,66

Según puede observarse los contenidos medios de los elementos útiles entre ambos están mas o menos cercanos, aunque en el caso del yacimiento Julio A. Mella aparecen mayores a excepción del plomo y el zinc, pero hay que tomar en cuenta que el yacimiento Mella se conoce mucho mejor que el Cuerpo 70, ya que el primero está en explotación desde hace varios años, mientras que el Cuerpo 70 es tá aún por explorar y por esclarecer toda una serie de parámetros geólogo-económicos que aún se desconocen, o se conocen con poca exactitud, entre ellos los contenidos medios de los elementos - útiles.

En cuanto alla relación cronológica entre ambos yacimientos, A. Stohl es de la opinión que el yacimiento Julio A. Mella esté representado por una fase de mineralización mas joven que el Cuerpo 70. Estas fases según A. Stohl son las siguientes:

1. - Fase mas vieja: pirrotina-esfalerita-galenita-plata.
- 2.- Fase mas joven: pirita-calcopirita-oro.

Esto último está basado en que en el Cuerpo 70 los contenidos de plomo y zinc son mayores que en el yacimiento Mella, aunque tanto ésta suposición como las fases mineralógicas están aun por demostrar, ya que éstas fases fueron establecidas por medio de observaciones macroscópicas y muestreo corriente, por lo cual la confiabilidad que se pueda tener de ésta deducción es muy poca, pues sólo un estudio mineralógico y mineragráfico profundo pueden dar un criterio sólido de las fases mineralógicas en ambos yacimientos.

Como conclusión de éste punto se puede plantear que tanto el yacimiento Mella como el Cuerpo 70 presentan al parecer cierta analogía en cuanto a sus características geológicas principales, pero solo cuando se explore correctamente el Cuerpo 70 será posible dar una mejor argumentación acerca de ésta analogía, así como de sus posibles relaciones genéticas y fases de mineralización.

CAPITULO IV

ELABORACION ESTADISTICA DE LOS DATOS DE MUESTREO

Elaboración estadística de los datos de muestreo.-

Para la realización de éste trabajo estadístico, fueron seleccionadas un determinado número de muestras correspondientes a datos de análisis químicos de azufre (S), Hierro (Fe), plomo (Pb) y zinc (Zn) de los trabajos realizados en años anteriores en la zona polimetálica 70.

El número de muestras seleccionadas fueron agrupadas según las dos formas de mineralización constituyentes de la zona 70, a saber: Cuerpo masivo (lentes masivos) y zonas de Stockwork.

Una vez seleccionadas las muestras se procedió a su ordenamiento de modo tal que se formaran pares de elementos con la finalidad de realizar un análisis estadístico basado en la obtención de curvas de correlación y regresión, así como la determinación del coeficiente de correlación de los pares de elementos y el coeficiente de seguridad o confiabilidad del coeficiente de correlación.

Los pares se tomaron teniendo en cuenta la cercanía en sus contenidos, siendo éstos: S-Fe y Pb-Zn.

Para el procesamiento de los datos fué confeccionado un programa de computación en lenguaje FORTRAN, corriéndose posteriormente éste último mediante computación electrónica, obteniéndose los resultados que se presentan en las tablas que más adelante se anejan a éste capítulo.

Este análisis estadístico de las muestras se realizó con el objetivo de conocer las posibles variaciones de los elementos entre sí, basado esto último en la obtención del coeficiente de correlación de los pares de elementos S-Fe y Pb-Zn, así como también mediante las ecuaciones de las rectas de correlación y regresión conocer la posibilidad de determinar uno u otro elemento químico conociendo de antemano el valor de uno de ellos por medio de análisis químicos que se realicen para los elementos, enviándose entonces en un futuro a realizar el análisis de solo un elemento del par, seleccionándose aquél cuyo análisis sea menos complejo y a la vez más económico.

Metodología empleada en la elaboración estadística de los datos.-

Para el cálculo de las rectas de correlación y regresión así como del coeficiente de correlación y su coeficiente de seguridad se emplearon las siguientes fórmulas y ecuaciones:

a.- Ecuación general para las rectas de mejor ajuste (correlación).

$Y = AX + B$; donde:

X, Y : Valores de los elementos

A, B : Constantes, las cuales representan la pendiente de la recta y el intercepto en el eje de las "Y" respectivamente.

Para el cálculo de las constantes A y B se emplearon las siguientes fórmulas:

$$A = \frac{Y (\sum X^2) - \sum X (\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$B = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

donde;

N : número de pares

$\sum X : \sum Y$: Suma de los elementos X, Y

b)- Ecuación general de regresión :

$X = CY + D$ donde:

XY : Valores de los elementos.

C, D : Constantes cuyos valores se calcularon por las fórmulas :

$$C = \frac{X (\sum Y)^2 - (\sum Y) (\sum XY)}{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}$$

$$D = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}$$

donde:

N: número de pares ordenados.

$\sum X; \sum Y$: Suma de los elementos X, Y.

c)- Coeficiente de correlación.-

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \text{ ; donde:}$$

r: Coeficiente de correlación

N: Número de pares ordenados

$\sum X, \sum Y$: Suma de los elementos X, Y

d)-Coeficiente de seguridad del coeficiente de correlación.

$M = \frac{r}{\sigma_r}$; donde:

M;coeficiente de seguridad del coeficiente de correlación.

r;coeficiente de correlación.

σ_r ;desviación standard del coeficiente de correlación, el cual se calculó por la fórmula:

$$\sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{N}}$$

Para que el coeficiente de correlación sea confiable tiene que cumplirse que $M \geq 2,6$.

4.3.Resultados obtenidos.-

Los resultados que se obtuvieron se dan a conocer en las siguientes tablas:

TABLA I

Resultados obtenidos para los elementos analizados de la zona de stockwork.

Pares de elementos	Rectas de correlación	Rectas de regresión	Coeficiente correlación	Coeficiente seguridad
S-Fe N=154	$y=1,18781x - 8,25077$	$x=0,77987y + 8,00889$	0,96246	162,13
Pb-Zn N=66	$y=0,72162x + 0,29551$	$x=0,21851y + 0,23267$	0,39709	3,82

TABLA II

Resultados obtenidos para la parte del cuerpo masivo:

Pares de elementos	Rectas de correlación	Rectas de regresión	Coeficiente correlación	Coeficiente seguridad
S-Fe N=107	$y=0,98113x + 0,83235$	$x=0,66257y + 10,64441$	0,80791	24,06432
Pb-Zn N=74	$y=2,00498x + 0,77941$	$x=0,44144y - 0,12449$	0,94078	70,41773

Nota: x=Fe, Pb
y=S-Zn

4,3.- Interpretación de los resultados obtenidos.-

Sobre la base de los resultados obtenidos dados en las tablas I y II, es posible realizar algunas deducciones:

Re-specto a la zona de stockwork del cuerpo mineral 70 vemos que para el par de elementos S-Fe existe una alta correlación entre los elementos, dado esto por el valor de su coeficiente de correlación (0,96246), pero al emplear las rectas de correlación y de regresión (ver anexo #5), se observó que al tomar los pares de valores para dicha recta y sustituir el valor de uno de los elementos, en este caso el Fe, el mismo corresponde a un valor de S que se diferencia en un % que oscila entre 1-2%, lo cual estadísticamente no constituye una diferencia muy elevada, pero en este caso concreto, geológico, un valor de tal magnitud en la diferencia puede ser de consideración, ya que por ejemplo un valor pequeño puede separarnos una zona con contenido industrial de otra con contenido no industrial o no condicionada. Esto no implica que este método no sea el correcto sino que el problema principal radica en las muestras seleccionadas para formar los pares de valores, pues al ser tomadas de todos los niveles en que se realizaron trabajos con anterioridad, cabe la posibilidad de que exista mezcla entre las muestras de la parte masiva y de la zona de stockwork pues según se explica en el punto 1,3 de este trabajo, las labores realizadas en años anteriores poseen muy baja calidad. Con referencia a los resultados obtenidos para el par S-Fe para la parte masiva (Tabla II), se observa también una alta correlación para el par de elementos ($r=0,80791$) con una dispersión un poco mayor que en el caso anterior (Ver anexo 15), pero también se pudo notar diferencias al sustituir uno de los elementos en las ecuaciones de correlación (rectas de mejor ajuste) y de regresión, las cuales tampoco son muy altas, pero si pueden resultar en el caso que pusimos como ejemplo en el análisis anterior. Esto también lo atribuimos a la probable mezcla entre las muestras correspondientes a la red de vetillas entrecruzadas (stockwork) y la parte masiva de la zona, pues en muchos

casos, dada la poca sistematización de los trabajos pudo ser posible la contaminación de las muestras.

Sin embargo es de destacar la alta correlación que existe para el par de elementos S-Fe Tanto para la parte masiva como para la de stockwork, la cual es directa o positiva, es decir que siempre que exista un aumento en el contenido de S también lo habrá en el contenido de Fe, cuestión esta que es posible observar tanto en los gráficos de dispersión (Anexo 15), como en los datos primarios; esta correlación viene también avalada por el alto valor obtenido en ambos casos por el coeficiente de seguridad del coeficiente de correlación (M).

Los resultados de Pb-Zn para la zona de stockwork según se observa en la Tabla I da un coeficiente de correlación bajo (0,39709), lo cual podría implicar que las rectas calculadas de correlación y regresión resulten poco factibles en su empleo, pero se estima que el método aplicado es correcto, lo que puede suceder es lo mismo a que hemos hecho referencia en los casos anteriores respecto a la contaminación de las muestras, además para obtener una mayor correlación entre los pares de elementos el número de muestras debe incrementarse; debe tenerse en cuenta que para la zona mineralizada polimetálica 70 los contenidos mayores de plomo y zinc se disponen hacia el pendiente de la misma y según el buzamiento, por lo cual los contenidos de estos elementos para la zona de stockwork son bajos y experimentan tales variaciones ya que la misma se encuentra hacia el yacente.

Los resultados obtenidos para el par Pb-Zn en el parte masiva no expresan grandes diferencias o sea no son sustanciales, lo que indica que es posible la aplicación de las ecuaciones de estas rectas en la determinación de uno u otro elemento, siempre y cuando se tomen los límites permisibles de error para los análisis químicos, los cuales serán calculados al realizar la exploración de la zona polimetálica, mediante los controles ex-

ternos e internos.

Como conclusión de este pequeño ensayo estadístico se puede decir, que el empleo del coeficiente de correlación así como de las rectas de correlación y regresión son factibles de emplearlas cuando se realice la exploración de la zona polimetálica 70 y se obtengan datos de un muestreo sistemático de los diferentes niveles pues como hemos visto se han obtenido buenas correlaciones en los pares analizados aún sin contar con todos los datos necesarios.

CAPITULO V

PROYECTO DE EXPLORACION PRELIMINAR

5.1. Grado de conocimiento de la Zona Polimetálica 70.-

Según se expresa en el análisis crítico realizado en el capítulo I, punto 1.3, el grado de conocimiento que se tiene de la Zona Mineralizada polimetálica 70 es insuficiente, dado por los trabajos de años anteriores cuya información no ha brindado todos los datos necesarios; por lo cual a la hora de confeccionar este proyecto se debe partir de los niveles donde mejor conocimiento se tiene del yacimiento, siendo estos los niveles 24 y 26 que es donde los trabajos realizados han podido dar un cierto grado de esclarecimiento de la zona. Es criterio del autor que la interpretación dada para la Zona Mineralizada 70 en estos niveles no fue del todo correcta, ya que los contornos de la parte masiva de la zona fueron trazados basados en las perforaciones en forma de abanico realizadas en las galerías de los niveles 24 y 26, las cuales pueden no estar ubicadas según se señalan en los planos existentes ya que los pozos sufren desviaciones al revasar los primeros 80-100 metros, no siendo nunca realizadas mediciones inclinométricas que tienen la finalidad de rectificar las direcciones de los pozos, además la recuperación de los testigos de esas perforaciones en esos niveles ha sido baja (alrededor del 50%), por lo que consideramos que el contorno trazado es muy hipotético. Respecto a la red de vetillas entrecruzadas que se encuentra hacia el yacente de la zona mineralizada también se encuentra por investigar con mayor detalle, con el fin de evaluar su posible aprovechamiento en un futuro con la mezcla de las partes enriquecidas en sulfuros del cuerpo masivo, ya que el mayor contenido en la red de vetillas es en azufre y no en plomo y zinc los que son muy bajos. De todos modos es necesario un estudio a fondo de ésta red de vetillas que permita estudiar en un futuro su utilización mas racional, teniendo en cuenta las condiciones industriales que se planifiquen para el yacimiento.

Con relación a los niveles restantes, del 19 al 23 y del 28 al 32 que es donde se conoce la zona mineralizada pero de forma muy ge-

mentación primaria y lo reflejado en los planos geológicos bases de años anteriores, así como con la realidad. Esto último se manifiesta fundamentalmente hacia los niveles inferiores donde es necesario para proyectar los trabajos emplear, en la mayoría de los casos criterios de acuífamiento para contornear la zona mineralizada en su parte masiva, que son convencionales debido precisamente a la poca información que se ha podido obtener de los trabajos allí realizados.

Sobre el aspecto antes señalado no creemos necesario realizar un análisis crítico profundo, ya que como se plantea al principio de este capítulo esto fué tratado en forma detallada en el capítulo I ; solo queremos realizar alguna aclaración al efecto de que sea posible una mejor comprensión y fundamentación de los trabajos preliminares que se preveen realizar en la zona mineralizada polimetálica 70.

En conclusión debido al bajo grado de estudio de esta zona, es que se hace necesario proyectar y orientar toda una serie de trabajos de exploración geológica, tales como: laboreos mineros y perforaciones, que permitan el esclarecimiento de las principales características geólogo-estructurales de la zona 70, así como sus principales parámetros morfométricos y de calidad .

5.2.- Orientación y explicación de los trabajos.-

Los trabajos a realizar dentro de este proyecto de exploración preliminar consisten en un sistema combinado de perforaciones y laboreos mineros, con predominio de las primeras dado que para la fase preliminar el rol principal lo juegan las perforaciones. El sistema de exploración será llevado a cabo por una serie de perfiles paralelos, a lo largo de los cuales se realizarán perforaciones fundamentalmente horizontales, y que estarán separados entre si 50 metros y que servirán de base para el contorneo de la parte masiva de la zona, ya que se planifican de modo tal que atraviesen perpendicularmente el rumbo de la misma, y que también servirá para aclarar y contornear el área correspondiente a

te de la parte masiva.

Los trabajos a realizar se hallan comprendidos entre los niveles 21-32, y desde el primero se explorará el contorno de la zona mineralizada en los niveles 19 y 20 por medio de perforaciones inclinadas por encima de este nivel (ver anexo 16), es así que serán explorados los niveles 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 30 y 32.

El esquema elegido para la exploración preliminar está basado en una red aproximada de 50 X 60 metros entre los niveles 19-22 y otra red aproximada de 50 X 80 metros entre los niveles 23-32, ya que la distancia entre los niveles no es uniforme y por tanto no es posible ubicar las perforaciones exactamente como plantea el segundo parámetro de la red, por lo que decimos que es aproximada.

El esquema de exploración ha sido elegido basado en los siguientes aspectos:

- a).- Morfología de los cuerpos en la zona.
- b).- Existencia de laboreos mineros que sirven de acceso a la zona de los trabajos.
- c).- Distancia entre los niveles.
- d).- Posible sistema de apertura y explotación de la zona.
- e).- Posibilidad de realizar la densificación de la red en la etapa detallada, así como en la futura exploración de explotación.
- f).- Situación espacial de los cuerpos minerales en concordancia con los elementos de yacencia de la zona.

5.3.- Trabajos a realizar en los diferentes niveles.-

5.3.1.- Nivel 21.-

Desde este nivel se prevee la realización del contorno de la zona mineralizada en los niveles 19, 20 y 21. Los trabajos a ejecutar serán los siguientes:

A partir de la galería 21-19-7 se avanzarán 3 pozos de perforación a lo largo de los perfiles ^{nas} # 2, # 6 y # 8 cuyas longitudes

serán de 90 metros, pero para ello se hace necesario prolongar la galería 15 metros en la misma dirección, con el fin de ubicar un pozo en el perfil $\neq 8$ (ver anexo 16) y finalmente avanzar la galería 21-19-8 la cual atraviesa el cuerpo masivo en el nivel, por espacio de 10 metros y desde esta última realizar una perforación de 30 metros de longitud a lo largo del perfil $\neq 4$ (ver anexo 16). Para el contorneo de la zona mineralizada en el nivel 20 se realizarán 4 pozos de perforación inclinados desde la galería 21-19-7 por los perfiles $\neq 2, \neq 4, \neq 6$ y $\neq 8$ con longitudes de 80 metros cada uno y ángulos de inclinación de $60^\circ, 55^\circ, 55^\circ$ y 60° respectivamente (ver anexos 16, 26 y 27).

Finalmente, para el conocimiento del probable contorno de la mineralización en el nivel 19 se proyecta perforar 4 pozos inclinados desde la galería 21-30-1 de 100 metros cada uno, por los perfiles $\neq 4, \neq 6, \neq 8$ y $\neq 10$ cuyos ángulos de inclinación serán de 65° y 70° (ver anexo 16), pero para la realización de estas perforaciones es necesario que se extienda la galería 21-30-1 por espacio de 80 metros.

Los trabajos en este nivel además de contornear la mineralización prevén el esclarecimiento de la litología y demás particularidades geológicas en los 3 niveles con el objetivo de poder realizar una buena correlación entre las perforaciones avanzadas a lo largo de los perfiles. Queremos aclarar además que el contorno de la mineralización masiva en estos niveles es supuesto, ya que ha sido realizada tomando como criterio el buzamiento que se estima para la zona ($45-50^\circ$ NW) así como los trabajos realizados en años anteriores. Hacia los niveles 20 y 19 el cuerpo masivo se va acunando según se acerca a la zona de la Falla Manacas.

5.3.2 Nivel 22.-

El contorno de la mineralización masiva en este nivel fue determinado supuestamente según el buzamiento de la zona, así como por los pozos de perforación avanzados en años anteriores, los cuales permiten cierto grado de confiabilidad en el contorno de la parte masiva.

Este supuesto contorno será explorado mediante seis pozos de perforación avanzados a lo largo de los perfiles -2, 0, #2, #4, #6 y #8 con longitudes de 80 metros los perfiles -2, 0, #6 y #8 y de 96 metros en los perfiles #2 y #4, estos dos últimos se planifican más largos debido a que en años anteriores fue detectada mineralización por el pozo 2957 (ver anexo 8), pero hasta el presente no se le ha dado ninguna interpretación, por lo cual es necesario tratar de explorar la misma.

Para la realización de estos pozos hay que avanzar las galerías 22-19-8 y 22-19-7, a partir de la galería preexistente 22-19-3, ambas con rumbos opuestos, N51E con 35 m. de longitud y S51W por espacio de 80 metros (ver anexo 17). Además es necesario avanzar la galería 22-19-7 con rumbo N51E 120 metros con el objetivo de perforar los pozos ubicados en los perfiles #4, #6 y #8.

Se proyecta perforar desde las galerías mencionadas anteriormente y a lo largo de los perfiles -2, 0, #4, #6 y #8 cinco pozos horizontales en sentido contrario a los anteriores, cuyas longitudes serán de 50 y 40 metros (ver anexo 17). Estos últimos pozos persiguen el objetivo de explorar la parte yacente de la zona, correspondiente a la red de vetillas entrecruzadas.

5.3.3 Nivel 23.-

El contorno supuesto de la mineralización masiva en este nivel es algo semejante al del nivel 22, ya que se emplearon los mismos criterios que se plantearon para definir el contorno del nivel anterior, o sea el buzamiento de la zona y las perforaciones ya existentes, las cuales parecen tener en sus primeros metros de avance cierto grado de confiabilidad.

pozos de perforación que avanzarán a lo largo de los perfiles -2, 0, #2, #4 y #6 hacia el pendiente de la zona mineralizada y cuyas longitudes oscilarán entre 70 y 110 m (ver anexo 18), pero para ello hay que prolongar previamente la galería 23--70-7,43 metros con rumbo N7°E y posteriormente 72 metros con rumbo N58°E, para la ubicación de los pozos de perforación y realizar la galería 23-70-8 con rumbo N58°E con una longitud de 25 metros (ver anexo 18).

Además desde estas galerías y por los perfiles -2, 0, #2 se perforarán tres pozos con longitudes de 30 y 70 metros (ver el anexo 18) hacia la parte yacente de la zona con el fin de explorar la red de vetillas entrecruzadas.

5.3.4 Nivel 24.-

Es en este nivel en conjunto con el nivel 26 donde los trabajos realizados han ocupado un mayor volumen en años anteriores y son ellos los que han servido de base para contorno supuesto y las áreas de afloramiento en el resto de los niveles, pero como explicamos al principio de este capítulo, los trabajos en los niveles 24 y 26, así como los contornos trazados no responden a la morfología general de la zona, para ello se han trazado los contornos sobre la base de algunas perforaciones y de la galería 24-70-16, la cual fue muestreada por A. Stohl (ver anexo 10) en 1963 y posteriormente al desconocer la prolongación del cuerpo según el rumbo se procedió a realizar su acuña miento a la mitad entre los perfiles -6, -4 y #2, #4 de manera convencional.

Para el estudio y contorneo de la mineralización en el nivel 24 se planifica realizar dos galerías longitudinales, a partir de la galería 24-70-16 (ver anexo 19), ambas con rumbos opuestos, la primera de ellas se avanzará por espacio de 55 metros con rumbo N 63° E y la otra con rumbo S 63° W por espacio de 130 m. Desde estas galerías, 24-70-17 y 24-70-18, se perforarán un total de 12 pozos a lo largo de los perfiles -6, -4, -2, 0, #2

metros hacia el pendiente de la zona mineralizada y 6 pozos hacia el yacente con longitudes de 90 metros cada uno, con el objetivo de explorar la red de vetillas entrecruzadas.

5.3.5 Nivel 26.-

El contorno de la mineralización masiva fue trazado de manera análoga al nivel 24 y el esquema de exploración para este nivel se planifica semejante al del nivel 24. Este esquema consiste en el avance de dos galerías longitudinales a partir de la galería 26-70-4 preexistente, estas son las galerías 26-70-9, la cual se avanzará 40 metros con rumbo N 60° E y la galería 26-70-10 con rumbo opuesto a la anterior por espacio de 310 metros (ver anexo 20). Posteriormente y desde estas galerías se avanzarán por los perfiles -8, -6, -4, -2 y 2 cinco pozos de perforación de 80 metros de longitud hacia la parte masiva de la mineralización y un pozo de 70 metros ubicado a lo largo del perfil 0 desde la galería 26-70-4 (ver anexo 20).

Además de estos pozos, al igual que en el nivel 24 se realizarán 5 pozos de perforación de 90 metros de longitud por los perfiles -8, -6, -4, -2 y 0 hacia la zona de stockwork (ver anexo 20).

5.3.6. Nivel 28.-

Dado que los trabajos realizados en este nivel en otros años presentan un gran número de contradicciones entre la documentación primaria y lo reflejado en los planos bases geológicos, se ha supuesto un área donde debe aflorar la zona polimetálica, tomando como base el buzamiento de la zona según los niveles 24 y 26 y la mineralización polimetálica detectada por las perforaciones.

Para la investigación de esta área supuesta donde debe aflorar la mineralización masiva en el nivel, así como la parte correspondiente a la red de vetillas, se proyecta el avance de galería transversal 28-70-1 a partir de la galería 28-0-2 realizada en años anteriores.

La galería 28-70-1 se avanzará con rumbo N 47° W por espacio de 68 metros y posteriormente 96 metros con rumbo N 35° W; luego se avanzarán dos galerías longitudinales con rumbos opuestos a partir de la galería anterior, la primera de ellas, la 28-70-2 por espacio de 105 metros con rumbo N 63° E y la segunda, 28-70-3, con una longitud de 110 metros y rumbo S 63° W (ver anexo 21). Desde estas dos últimas galerías se prevee el avance de 5 pozos de perforación horizontales, todos de 90 metros hacia el pendiente de la zona a lo largo de los perfiles -8, -6, -4, -2 y 0. Por estos mismos perfiles, a excepción del -4, se realizarán 4 pozos de perforación de 80 metros cada uno para explorar el yacente de la zona compuesto por la red de vetillas entrecruzadas.

5.3.7. Nivel 30.-

Ya en este nivel se comienza a explorar la parte correspondiente a la segunda lente escalonada ubicada en el yacente de la primera, considerándose análoga a ésta, dada la flexura que experimenta la zona mineralizada.

Los trabajos proyectados para este nivel son semejantes a los de los niveles superiores; en el caso del nivel 30, se ha representado la lente masiva de la zona mineralizada 70, mediante un área supuesta donde la misma debe aflorar. El contorno del cuerpo en este nivel no ha sido posible debido a la gran contradicción existente entre la documentación primaria y los planos bases geológicos y topográficos, que si bien hemos planteado que se refleja para todos los niveles, en éste se agudiza al igual que en los niveles 28 y 32.

El área supuesta de afloramiento será estudiada mediante el avance de dos galerías longitudinales, la 30-70-6 y la 30-70-7, de rumbos opuestos N 52° E y S 52° W respectivamente. La primera se avanzará 131 metros y la segunda 129 metros.

Posteriormente a partir de estas galerías se proyectan perforar un total de 11 pozos horizontales a lo largo de los perfiles -8, -6, -4, -2, 0 y 2. De estos 11 pozos se avanzarán 6 hacia el pendiente de la zona mineralizada cuyas longitudes serán de 100 metros y 5 pozos hacia el yacente con una longitud de 70 metros cada uno, para así dejar estudiada preliminarmente la zona en este nivel. (ver anexo 22).

5.3.8. Nivel 32.-

Este es el último nivel en que se han realizado trabajos de exploración en años anteriores y al igual que el nivel 30 ha confrontado serios problemas respecto a la interpretación de la Zona 70, ya que presentan deficiencias en los amarres topográficos, teniéndose el caso que los pozos no están donde señalan los planos bases geológicos y topográficos. Sobre este aspecto se hizo referencia en el punto 1.3.

Para poder esclarecer la mineralización en este nivel, se llevó hacia el mismo según el buzamiento de la zona mineralizada el área del nivel 30 y posteriormente se delimitó en el nivel 32 la probable área de afloramiento de la parte masiva, conjugando la misma con la mineralización polimetálica que detectaron los pozos de perforación realizados con anterioridad.

Para explorar la mineralización polimetálica en este nivel es necesario realizar los siguientes trabajos: a partir de la galería 32-0-2, preexistente, avanzar la galería 32-70-1 por espacio de 45 metros con rumbo N 16 W y luego continuarla a lo largo del perfil -4 por espacio de 82 metros (ver anexo 23). Posteriormente de esta última galería se avanzarán dos galerías longitudinales de rumbos opuestos, la 32-70-2 (N 52 E) y la 32-70-3 (S 52 W) con 165 y 170 metros respectivamente. Desde estas dos galerías se perforarán 11 pozos horizontales según los perfiles -10, -8, -6, -4, -2 y 0.

De los 11 pozos proyectados, 6 se perforarán hacia el pendiente de la zona con longitudes de 90 metros cada uno y 5 pozos hacia el yacente de 80 metros según los perfiles -16, -8, -6, -2 y 0 -- (ver anexo 23).

Hacia la profundidad no se conoce aún con exactitud la zona mineralizada 70, se presume que la misma continúe hasta más abajo del nivel 36, pero su investigación hacia la profundidad vendrá dado por los resultados que se obtengan en el resto de los niveles superiores, los cuales darán un criterio sobre si es factible realizar una nueva inversión y continuar dichos trabajos hacia los niveles inferiores por medio de pozos de perforación profundos desde el nivel 32.

Para la realización de los anteriores trabajos es necesario tomar en cuenta la renovación de las galerías preexistentes en cada uno de los niveles y que sirven de acceso a las diferentes zonas donde se ejecutarán los trabajos proyectados para la exploración preliminar.

El volumen de los trabajos a realizar en los distintos niveles, incluyendo la renovación de las galerías están expresados en la tabla resumen de los volúmenes por niveles (tabla III).

5.4. Trabajos de laboreos mineros. - (ver tabla resumen)

Con el fin de realizar los trabajos concernientes a la exploración preliminar se proyectaron como trabajos de laboreos mineros los siguientes:

5.4.1. Galerías transversales. - Estas galerías se proyectan como de acceso a la zona de los trabajos las cuales se ven representadas en los anexos del 16 al 29. Las secciones transversales de estas galerías es análoga a las empleadas en las restantes obras mineras horizontales (galerías) de la mina Matahambre, a saber: $2 \times 2.2 \text{ m}^2$. Las rocas en que avanzarán las galerías serán areniscas duras y compactas muy silicificadas desarrollándose en las mismas la mineralización de tipo Stockwork.

5.4.2. Galerías longitudinales. - Estas galerías se proyectan avanzar cerca del contacto supuesto de la mineralización masiva y la de vetillas entrecruzadas (Stockwork) y con una dirección semejante a la de la zona polimetálica 70, con el objetivo de perforar desde ellas los pozos horizontales e inclinados proyectados de modo tal que estos atraviesen lo más perpendicularmente posible la zona polimetálica 70. Las secciones de las galerías y las rocas por donde avanzarán son análogas a las descritas en el punto anterior.

5.4.3. Cámaras de perforación. - Estas se proyectan con el objetivo de ubicar las máquinas de perforación en los diferentes perfiles (ver anexos del 16-23) y serán laboreadas en las rocas que se plantean en el punto 5.4.1. Las cámaras que se proyectan realizar son de dos tipos: horizontales e inclinadas, éstas últimas para las perforaciones ubicadas en el nivel 21 (ver anexos 16, 26 y 27).

Las cámaras de perforación horizontal se proyectan construir con un volumen de 7 m^3 cada una, las inclinadas ocuparán un volumen de 15 m^3 cada una.

5.4.4. Características y complejidades del corte geológico por el cual avanzarán los laboreos mineros.-

Se estima que durante el proceso de avance de los laboreos mineros no existirán grandes dificultades de índole tectónico (fallas) por lo cual no se requiere el empleo de la fortificación de estos labores, avalado esto también por la alta fortaleza de las rocas en que avanzarán las galerías transversales y longitudinales; el coeficiente de fortaleza para las rocas es según la clasificación de M. Protodiakonov es $f = 15$, y según la categoría de las rocas por la escala única de perforabilidad es de XVI-XVII.

5.5. Perforación.- (Ver tabla III)

La perforación será el medio fundamental para el contorno del cuerpo mineral en los distintos niveles, así como para evaluar las perspectivas geólogo-industriales de la zona polimetálica 70. También persigue como objetivo detectar la posible existencia de cuerpos minerales paralelos al principal, al sobrepasar con las perforaciones la zona de esquistos apantallantes de unos 15 o 20 metros de espesor. Conjuntamente, la perforación permitirá aclarar también de modo preliminar las características geológico-estructurales de la zona polimetálica 70, sus elementos de yacencia, calidad de la materia prima mineral, cantidad de reservas, así como datos sobre las condiciones minero-técnicas para la futura explotación del yacimiento, principalmente hacia su lado pendiente, que es donde se desarrolla el contacto de la zona polimetálica con los esquistos que juegan el rol de pantalla.

5.5.1. Método de perforación. Densidad de la red de perforación.-

El método de perforación que se propone emplear es el de perforación a columna con corona de diamante. Los pozos de perforación se proyectan relativamente cortos, entre 70 y 100 metros, algunos a 30 ó 40 metros para de este modo evitar desviaciones en los mismos durante su avance.

Los pozos se encuentran ubicados en perfiles paralelos, los cuales están separados entre si a una distancia de 50 metros, siendo la distancia promedio entre pozos de 60 metros entre los niveles 19 y 23 y de 80 metros entre los niveles 24 y 32. Esta red se eligió según los criterios mencionados en el punto 5.2

5.5.2. Categoría de perforabilidad. Equipos y accesorios de perforación..- Durante el avance de las perforaciones, se atravesarán rocas con diferentes categorías de perforabilidad, siendo éstas las siguientes:

- a) Areniscas duras y compactas con gran cantidad de cuarzo (casi cuarcitas) y con abundante mineralización de tipo vetítico diseminadas. Categoría de perforabilidad IX-X.
- b) Esquistos blandos y plásticos, desarrollados hacia el pendiente de la zona, con unos 15-20 metros de espesor. Categoría de perforabilidad VI-VIII.

Dada la dureza de la roca a perforar se prevee que la perforación se realice con corona de diamante.

Los equipos que se emplearán para la realización de los trabajos, serán máquinas BBU-2 las cuales han sido utilizadas hasta el presente en la Mina Matahambre para la perforación a columna, siendo la profundidad de perforación efectiva de 180 metros (120 m inclinado). Para la perforación con este tipo de máquina se utilizan coronas de diamantes cuyos diámetros, máximo y mínimo serán de 59 y 46 mm respectivamente. Los diámetros propuestos anteriormente se tomaron teniendo en cuenta que con ellos se puede obtener una buena recuperación de testigos con una representatividad acorde a la necesaria.

5.5.3. Recuperación proyectada para los pozos de perforación..-

Sobre la base del corte geológico existente en la zona de los trabajos, la recuperación de testigos en los pozos proyectados debe ser óptima, según las condiciones que se preveen, no debiendo confrontarse mayores dificultades en la misma, exceptuando so-

lamente aquellas partes comprendidas en la zona de contacto de la lente masiva con los esquistos apantallantes, pero para estas partes proponemos, como medida para aumentar la recuperación, el empleo de tubos porta testigos dobles.

De acuerdo a lo anteriormente expresado y por analogía con otras zonas de la Mina Matahambre, donde se presenta un corte geológico similar al de la zona de los trabajos, se proyecta que la recuperación sea no menor que un 70%, cuando el avance sea en rocas estériles y no menor de un 90% en la zona mineralizada.

5.6. Trabajos topográficos.-

Los trabajos topográficos del proyecto persiguen como objetivo, actualizar gráficamente los laboreos mineros que se ejecuten, así como los realizados en años anteriores; el replanteo de todas las labores mineras y de perforación.

Es necesario además volver a situar dentro de los laboreos mineros ya existentes nuevos puntos topográficos, ya que los antiguos en la actualidad, o están muy deteriorados o destruidos, lo cual influye negativamente en la veracidad que puedan tener posteriormente los datos topográficos.

Para la ejecución de los trabajos planteados se hace necesario el siguiente volumen de trabajo:

- a) Realizar una poligonal cerrada en superficie de 30 puntos con una distancia de 1500m partiendo de 2 puntos con coordenadas nacionales.
- b) Bajar coordenadas por Pozo No.2 por medio de plomadas y el Pozo No.3, con una distancia de 983,62 y 262 m respectivamente.
- c) Realizar una poligonal del Pozo No.3 al Pozo No.2 por el nivel 1^a, con un total de 30 puntos topográficos y una distancia de 600 m.
- d) Renovar los puntos topográficos entre 1442 m de galerías y situar nuevos puntos en 3826 m de galerías.

e)- Ubicar 85 pozos de perforación según la distribución de los mismos en los diferentes niveles.

f)- Situar 59 cámaras de perforación.

g)- Hacer nivelación en un total de 7268 m de galerías.

La distribución por niveles de los trabajos topográficos es la siguiente:

Nivel 21.- En este nivel es necesario la reconstrucción de 500 m de poligonal con un total de 25 puntos, además se ubicarán 25 puntos nuevos en una poligonal de 110 m de longitud. Se ubicarán también 9 cámaras de perforación y 11 pozos con un total de 1010 m.

Nivel 22.- En este nivel se llevará a cabo la realización de una poligonal de 185 m con un total de 10 puntos, debiendo reconstruirse 521 m de poligonal con un total de 26 puntos. Es necesario ubicar 6 cámaras de perforación con un volumen de 42 m^3 y 11 pozos de perforación con un total de 740 m.

Nivel 23.- Los trabajos topográficos de este nivel conllevan la renovación de una poligonal y la realización de una poligonal nueva en las galerías que avanzarán, un total de 300 m de renovación y 146 m de poligonal nueva. Los puntos topográficos a replantear serán 15 y 7 puntos respectivamente. Serán replanteados también un total de 8 pozos de perforación y 5 cámaras con un volumen de 35 m^3 .

Nivel 24.- Se llevará a cabo la ejecución de 255 m de poligonal, con 12 puntos topográficos así como la renovación de 210 m de poligonal con 12 puntos a replantear. Se ubicarán 12 pozos de perforación y 6 cámaras con un volumen de 42 m^3 .

Nivel 26.- Con el objetivo de llevar a cabo la ejecución de los trabajos de exploración, se ubicarán 11 pozos de perforación y 6 cámaras con un volumen de 42 m^3 , debiendo realizarse previamente la renovación de 742 m de poligonal con 32 puntos y trazar una nueva poligonal de 250 m y 12 puntos topográficos.

Nivel 28.- En este nivel se contempla la reconstrucción de 185 m de poligonal y la ejecución de una nueva poligonal de 290 m con un total de 15 puntos topográficos; el replanteo de 9 pozos de perforación y 4 cámaras con un volumen de 28 m^3 .

Nivel 30.- Este nivel contempla la realización de 260 m de poligonal y la renovación de 315 m con un total de 13 y 16 puntos topográficos respectivamente, el replanteo de 11 pozos de perforación y 6 cámaras con un volumen de 42 m³.

Nivel 32.- Este es el último nivel en que se realizarán los trabajos topográficos, con el fin de ubicar 11 pozos de perforación y 6 cámaras con un volumen de 42 m³. Se renovarán 220 m de poligonal con 29 puntos, realizándose además 275 m de poligonal nueva con un total de 12 puntos topográficos.

5.6.1. Trabajos de Gabinete.- Estos trabajos contemplan la realización del cálculo y ploteo de todos los puntos topográficos así como la realización de los juegos de planos topográficos de los niveles en que se ejecutarán los trabajos los cuales servirán de apoyo a los trabajos geológicos a ejecutar en la exploración preliminar de la zona polimetálica 70.

El volumen total de los trabajos topográficos se encuentra resumido en la tabla V anexada a este trabajo.

5.7.- Trabajos Geológicos.- Dentro de estos trabajos se contempla la realización de la documentación geológica de los laboreos mineros avanzados en la zona polimetálica 70, así como los pozos de perforación proyectados para la exploración de esta última. Además de ello es necesario realizar los diferentes planos geológicos del yacimiento según los niveles donde se realicen los trabajos.

5.7.1. Documentación geológica de las labores mineras.- En el contexto de la etapa de exploración preliminar será llevada a cabo la documentación geológica tanto de las galerías de acceso a la zona de los trabajos (galerías transversales) como las galerías longitudinales.

La documentación geológica se debe realizar a una escala tal que permita el conocimiento e ilustración de las características geológicas fundamentales del yacimiento, para ello proponemos que la

escala de la documentación de las labores mineras horizontales se realice a una escala no menor que 1: 50. En todas las labores mineras se documentará el techo y una de las paredes de las galerías, deberá aumentarse la escala de la documentación en el caso de que aparezca algún detalle geológico interesante. La documentación geológica para su mejor comprensión debe ser gráfica y escrita, llevándose ésta última en dos libretas de documentación, una para la documentación primaria y otra donde se vertirán los datos en limpio de la primera. Debe realizarse además un juego de planos geológicos de los distintos niveles donde se refleje las principales características geológicas detectadas durante el avance de los laboreos mineros, estos planos geológicos deben realizarse a la misma escala que los planos bases topográficos.

Por último se propone la realización de cortes geológicos a igual escala que los planos geológicos de nivel.

5.7.2. Documentación de los pozos de perforación. - La documentación de los pozos de perforación deberá realizarse por intervalos geológicos, esto es tomándose como base las diferentes variedades litológicas de rocas que se presenten en toda la longitud de la perforación, debiendo destacarse los intervalos que presentan mineralización describiendo con todo el detallamiento posible estos intervalos.

Debe confeccionarse para cada pozo su columna litológica, la cual debe poseer una escala tal que sea mayor que la de los planos bases geológicos.

Por último, es necesario confeccionar un registro de los pozos de perforación donde se consignen los datos siguientes:

- a) - Número de la perforación.
- b) - Ubicación sobre la base de la galería desde donde se haya perforado.

- c)- Coordenadas.
- d)- Longitud.
- e)- Rumbo de la perforación.
- f)- Intervalos perforados y su recuperación.
- g)- Diámetros con los que se perforó.
- h)- Cualquier otro parámetro especial que se haya medido en el pozo.

5.8. Muestreo. - Como es conocido, uno de los trabajos mas importantes tanto en la exploración como explotación de los yacimientos minerales es el muestreo, el cual es de gran utilidad en la determinación de sus propiedades cualitativo-tecnológicas. El muestreo es el medio idóneo para la evaluación de los diferentes parámetros geológico-industriales de los yacimientos, tales como: contenido medio de los componentes útiles, potencias medias de los cuerpos minerales, etc, los cuales son indispensables para efectuar el cálculo de reserva de la materia prima mineral.

En la etapa de exploración preliminar de la zona polimetálica 70, se propone la realización del muestreo tanto de las labores mineras horizontales como de los pozos de perforación proyectados con el objetivo de evaluar las características cualitativas y cuantitativas del yacimiento.

Para el muestreo químico de la zona se ejecutarán dos métodos de toma de muestras:

- a)- Muestreo de surco.
- b)- Muestreo de testigo de perforación.

5.8.1. Muestreo de surco. - Este método será aplicado para muestrear las labores mineras horizontales, tanto las de acceso a la zona de los trabajos (galerías transversales), como aquellas que se proyectan avanzar paralelamente al rumbo de la zona mineralizada (galerías longitudinales).

El muestreo se realizará de forma continua por uno de los dos hastiales, ubicándose los surcos a la mitad de la altura de la pared

(aproximadamente 1,10 m). Las dimensiones que proponemos para los surcos, tomándolos como base la variabilidad de los contenidos de plomo y zinc (48-55%), los espesores promedios que se calculan para los cuerpos minerales (alrededor de 100 m, zona de stockwork) y la dureza que presentan las rocas, son las siguientes: longitud 2 m, ancho 5 cm y profundidad 2 cm. Con estas dimensiones propuestas se persigue además la mayor representatividad posible con el menor número de muestras posibles, ya que con dimensiones menores se aumentaría el grado de representatividad del método, pero influiría negativamente desde el punto de vista económico al obtenerse un mayor número de muestras para procesar e investigar por medio de análisis químicos.

El volumen total de muestras a tomar en los laboreos mineros, estará dado sobre la base de la longitud de las galerías proyectadas, fundamentalmente los tramos de galerías que corten mineralización, es así que para la toma de muestras de surco se han calculado los volúmenes teniendo en cuenta la siguiente subdivisión:

a) -Galerías longitudinales.- Estas galerías avanzarán en toda su longitud en la zona mineralizada, correspondientes a los límites de la red de vetillas entrecruzadas.

b) -Galerías transversales.- Estas galerías sirven de acceso a la zona de los trabajos proyectados, se calcula que las mismas penetren en la zona de vetillas al final de su transcurso en un 25%.

Los datos referentes a los volúmenes de muestras se pueden ver en las tablas

5.8.2. Muestreo de testigos de perforación.- Para este método se contempla el muestreo de los pozos de perforación que hayan cortado mineralización piritosa-polimetálica, empleándose el método de partición del testigo, en el cual el testigo es dividido en dos mitades a lo largo de su eje mediante el empleo de contrates-tigos o por aserrado manual, tomándose una mitad para su procesamiento y su ulterior envío para el análisis; conservándose la otra como duplicado.

Para el cálculo del volumen de muestras de testigos de perforación se tendrán en cuenta las siguientes cuestiones :

- a)- Se aplicará el muestreo por tramos, por lo cual se propone - que la muestra de testigos tenga una longitud de 2m.
- b)- Es necesario la toma de muestras de contornos en las rocas - encajantes para la zona de contacto entre la mineralización y -- dichas rocas, debiéndose en este caso tomar en cada pozo dos -- muestras de testigos de 2 m de longitud, tomándose 1 m por en-- cima y otro por debajo de la mineralización.
- c)- Hay que tomar en cuenta la dirección de los pozos de perforación los cuales se hallan divididos en dos grupos: pozos ha-- cia el pendiente de la zona mineralizada los cuales se estima - corten en un 50% mineralización del tipo masivo y stockwork; po-- zos hacia el yacente de la zona, los cuales se presume avancen - en mineralización del tipo stockwork en un 80 % de la longitud total de los pozos .

Sobre esta base se calculará el número de muestras de testigos - de perforación las cuales aparecen reflejadas en las tablas VI - y VII .

5.8.3. Pesos teóricos (iniciales) de las muestras.-

- a)- Muestras de surco. El peso teórico de estas muestras se calculará por la siguiente expresión:

$Q = l \cdot a \cdot h \cdot \delta$; donde:

Q = peso inicial de la muestra.

l - longitud del surco.

a - ancho del surco.

h - profundidad del surco.

δ - peso específico.

El peso específico fue determinado para los niveles 24 y 26 en - el cálculo de reservas de 1963 de A. Stohl (8), siendo éste para la red de vetillas entrecruzadas de $3,34 \text{ T/m}^3$.

Por tanto el peso inicial de la muestra será:

$$Q = 2 \times 0,05 \times 0,02 \times 3,34 = 0,00668 \text{ T} = 6,68 \text{ Kg} .$$

b)-Muestras de testigos de perforación.- El peso inicial de las muestras de testigos de perforación se calculará sobre la base de el largo de las muestras según la recuperación proyectada de testigos, los diámetros interiores de las coronas que se utilizarán durante la perforación, los tipos de mineralización (de vetillas y masiva), peso específico de las menas.

Para mineralización masiva:

$$Q = \frac{\pi r^2 \cdot L \cdot \delta}{2}; \text{ donde :}$$

r-radio del testigo en m. (diámetro interno de la corona)

L-longitud del testigo en m. = 1,8 (90 % de recuperación)

δ -peso específico T/m³

Luego el peso de la muestra será:

$$Q = \frac{3,14 \cdot (0,021)^2 \cdot 1,8 \cdot 3,34}{2} = 5,1 \text{ Kg.} \quad (\text{diámetro exterior } 59 \text{ mm})$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot (0,0155)^2 \cdot 1,8 \cdot 3,34}{2} = 2,8 \text{ Kg.} \quad (\text{diámetro exterior } 49 \text{ mm})$$

Para mineral en vetillas:

$$Q = \frac{3,14 \cdot (0,021)^2 \cdot 1,8 \cdot 3,34}{2} = 4,1 \text{ Kg.} \quad (\text{diámetro exterior } 59 \text{ mm})$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot (0,0155)^2 \cdot 1,8 \cdot 3,34}{2} = 2,3 \text{ Kg.} \quad (\text{diámetro exterior } 49 \text{ mm})$$

5.8.4 Análisis de las muestras.-

Debe de realizarse el análisis químico de todas las muestras obtenidas, tanto por surcos como por testigos de perforación.

Las muestras de testigos de perforación de mineral masivo se analizarán para: S, Pb, Cu, Zn y Ag. Las muestras de mineral vetítico tanto de los testigos de perforación como de surcos deben ser analizadas inicialmente para azufre; luego deben realizarse análisis espectrales a estas muestras para Pb, Zn, Cu, Au y Ag.

5.9. Toma de muestras para análisis mineralógico.-

Con el objetivo de poder conocer preliminarmente la composición mineralógica de las menas, de tener una idea general de la distribución espacial de las mismas así como de conocer la interrelación entre sus particularidades texturo-estructurales, es que se propone en este proyecto la toma de muestra a partir de los testigos de perforación y de las galerías que corten mineralización polimetálica.

Se propone tomar 20 muestras para este fin de cada uno de los niveles a explorar, por lo cual el número de muestras totales para ensayos mineralógicos será de 200, contando desde el nivel 19 hasta el 32. Las muestras deben ser tomadas de aquellos testigos de perforación y labreos mineros que mejor expresen las características mencionadas al inicio de este punto. Además de estas muestras deben tomarse un total de 50 muestras para someterlas a análisis petrográfico, y así poder caracterizar las variedades litológicas presentes en el yacimiento por medio de secciones delgadas.

5.10. Ensayos físicos - mecánicos.

Determinación de peso volúmetricos-Para conocer con mayor exactitud el peso volumétrico de las menas polimetálicas, además que este es uno de los parámetros fundamentales para el cálculo de reservas, se prevee la determinación del mismo en 100 muestras, tomándose 10 de cada nivel; 5 para la zona de stockwork y 5 para la parte masiva. Las muestras serán tomadas de los testigos de perforación, realizándose la determinación de peso volumétrico a escala de laboratorio.

5.11. Resultados esperados.-

Se espera que con la ejecución de la exploración preliminar sean escalrecidas las principales características geólogo-estructurales de la Zona Polimetálica 70, que la cantidad de reservas geológicas que se determinen una vez concluida la exploración supere

considerablemente las calculadas en los años 1963 y 1970, garantizando así la explotación del yacimiento por varios años. Se espera asimismo, que el contenido medio de los elementos útiles fundamentales (S, Pb, Zn, Cu) se van de una vez definidos al -- sistematizarse la toma de muestras y los análisis químicos de cada uno de ellos. Además, con la realización de los análisis mineralógicos podrá ser esclarecida la composición mineralógica de las menas, su distribución espacial e interrelación entre -- las particularidades texturo-estructurales de las mismas.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- 1.-Los trabajos realizados anteriormente sobre la Zona Mineralizada Polimetálica 70 resultan insuficientes para evaluar cualitativa y cuantitativamente las menas de este yacimiento.
 - 2.-Según el análisis comparativo realizado entre los yacimientos Julio Antonio Mella y Cuerpo 70, entendemos que los mismos guardan cierta analogía en cuanto a sus características geológicas; morfología y dimensiones de los cuerpos minerales y composición de las menas.
 - 3.-Existe una alta correlación para el par de elementos S - Fe, tanto en la zona de stockwork como en la de mineralización masiva.
 - 4.-Existe una alta correlación para el par de elementos Pb - Zn pero sólo en la zona de mineralización masiva. En la zona de stockwork la correlación para este par de elementos es baja, pero sin embargo el coeficiente de seguridad que se determinó para el coeficiente de correlación, da un valor permisible, de lo cual se desprende lo siguiente;
 - a) -Que la cantidad de muestras tomadas para efectuar los análisis sea insuficiente.
 - b) -Que haya existido contaminación en las muestras.
- No debe descartarse la posibilidad de que exista correlación no lineal en este caso, aunque nos inclinamos por lo planteado en los incisos a y b.
- 5.-Como resultado de la realización del proyecto, es de esperar se un aumento en la cantidad de reservas, producto de la delimitación del cuerpo por encima del nivel 24 y por debajo del 26.
 - 6.-De los dos métodos de muestreo propuestos, entendamos que el fundamental es el de testigos de perforación, ya que va a brindar información tanto de la zona de stockwork como de la masiva a diferencia del de surco que sólo se realizará en la zona de stockwork.

RECOMENDACIONES

- 1.-Debe continuarse la exploración hacia los niveles inferiores, por debajo del nivel 32, por medio de perforaciones profundas, - a partir de este último nivel, dada la posible extensión de la segunda lente hacia la profundidad.
- 2.-Debe analizarse la posibilidad de mezclar menas de la zona de stockwork con la de mineral masivo, con la finalidad de elevar las reservas de azufre, así como las de menas polimetálicas.
- 3.-Realizar la exploración detallada de la zona polimetálica 70, donde los perfiles de exploración estén ubicados a la mitad de la distancia entre los empleados para la exploración preliminar. De ser posible, comenzar la misma por los niveles 24 y 26 que es donde mejor se conoce el Cuerpo 70.
- 4.-Deben establecerse los parámetros geólogo-industriales para el yacimiento, para así poder delimitar los contornos industriales de los cuerpos minerales.
- 5.-Con el objetivo de reducir el número de análisis de las muestras deben emplearse las rectas de correlación y regresión para los pares de elementos S-Fe, Pb-Zn, así como realizar nuevamente un análisis estadístico de correlación entre los elementos - al tenerse delimitada con exactitud las muestras de stockwork y de mineral masivo de la zona polimetálica.
- 6.-Realizar análisis espectrales en un 40% de las muestras tomadas en los niveles 24 y 26, para poder valorar los contenidos detectados en años anteriores en trabajos geoquímicos experimentales, para los elementos siguientes: níquel, cobalto, arsénico, molibdeno, bismuto, cadmio, germanio, galio, antimonio, indio y bario.

TABLA No. III

TABLA RESUMEN CON LOS VOLUMENES POR NIVELES

NIVEL	Pozos de Perforac. Hor. Incl.	Metros de Perforación	Cámaras de Perforación. (m ³)	Avance de Galerías (m)	Renovación de Galerías (m)
21	4 8	1610	120	105	500
22	11 -	740	42	235	521
23	8 -	600	35	140	300
24	12 -	1020	42	255	210
26	11 -	920	42	250	742
28	9 -	770	28	380	185
30	11 -	950	42	260	315
32	11 -	940	42	400	220
TOTAL	77 8	6950	393	2025	2993

TABLA No. IV

TABLA RESUMEN DE LOS LABOREOS MINEROS

NIVEL	Galerías Transversales. (m)	Galerías Longitudinales. (m)	Renovación de Galerías (m)	Cámaras de Perforación (m ³)
21	10	95	500	120
22	-	235	521	42
23	43	97	300	35
24	-	255	210	42
26	+	250	742	42
28	165	215	185	28
30	-	260	315	42
32	125	275	220	42

TABLA No. V

TABLA RESUMEN DE LOS TRABAJOS TOPOGRAFICOS

NIVEL	Renovación Poligonal m ptos		Poligonal Nueva m ptos		Pozos de Perforación m cant.		Cámaras de Perforación m ³ cant.		Nivelación m ptos.	
21	500	25	105	5	1010	11	120	8	605	30
22	521	26	185	10	740	11	42	6	706	36
23	300	15	140	7	600	8	35	5	740	22
24	210	11	255	12	1020	12	42	6	465	23
26	742	32	250	12	920	11	42	6	992	44
28	185	9	290	15	770	9	28	4	475	24
30	315	16	260	13	940	11	42	6	575	29
32	220	11	275	12	940	11	42	6	495	23

TABLA No. VI

VOLUMENES DE MUESTRAS DE SURCOS

Tipo de labor	Longitud a muestrear (m)	Longitud de la muestra(m)	Cantidad de muestras
Galerías transversales	645	2 m.	323
Galerías longitudinales	1682	2 m.	841

TABLA No. VII

VOLUMEN DE MUESTRAS DE TESTIGOS DE PERFORACION

Sentido de las perforaciones	Total de metros de perforación	Metraje a muestrear (recuperación)	Longitud de la Muestra	Cantidad de muestras
Hacia el pendiente	4520	2260 m.	2 m.	1130
Hacia el yacente	2470	1976 m.	2 m.	980

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Departament Científico de Geología, ICRM.

Críticas sobre el cálculo de reservas de polimetales del
Cuerpo 70, Matahambre.

La Habana, 63.

- 2.-Kreiter, V.

Geological Prospecting and Exploration.

MIR Publisher

Moscow, 1968

- 3.-Litavec, J., et al., V. y otros.

Informe Geológico Yacimiento Matahambre, Estado actual y
sus perspectivas.

Matahambre, 70.

- 4.-Maksimov, A., Loserdina, G.

Breve Curso de Prospección Geológica.

Editorial MIR Moscú, 1963.

- 5.-Pérez, M. y Quada, A.

Aspectos Genéticos de los Yacimientos Minerales.

Universidad de La Habana, La Habana, 1975.

- 6.-Sedov, V., Yakovenko, V., Pérez, A.

Síntesis de los materiales geológicos y geofísicos de los
trabajos de búsqueda de años anteriores y de los resulta-
dos de los trabajos experimentales geoquímicos y geofísi-
cos en el Campo Mineral Matahambre.

La Habana, 1971

- 7.-Spiegel, M.R.

Teoría y Problemas de Estadística.

Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1975.

- 8.-Stohl, A.

Cálculo de Reservas del Cuerpo Mineral 70 hasta 1-1-63.

Archivo Minas de Matahambre, 1963.