



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

**“GENESIS DEL CUERPO MINERAL “CONCORDIA NW” Y
EVALUACION DEL BLOQUE (N)-229 a (N)-333,
ZIMAPAN, HIDALGO”**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:

INGENIERO GEOLOGO

P r e s e n t a :

GUILLERMO GARCIA SANCHEZ

México, D. F.

1982



Al Pasante señor **GUILHERMO GARCIA SANCHEZ,**
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Prof. Dr. Francisco Querol Suárez, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de INGENIERO GEOLOGO.

"GENESIS DEL CUERPO MINERAL "CONCORDIA NW" Y EVALUACION DEL BLOQUE (N)-229 a (N)-333, ZIMAPAN, HIDALGO"

Objetivos: (1) Postular una hipótesis sobre la génesis del yacimiento mineral indicado, basado en observaciones de campo y datos bibliográficos.

(2) Evaluar económicamente un bloque del cuerpo Concordia NW comprendido entre los niveles -229 y -333.

1. Método de trabajo
 2. Localización geográfica
 3. Localización geológica
 4. Geología del Cuerpo Concordia NW
 5. Evaluación económica del bloque N-229 a N-333.
 6. Conclusiones y recomendaciones
- Anexo petrográfico

Fuego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ct. Universitaria, D.F., a 27 de enero de 1982
EL DIRECTOR

Ing. Javier Jiménez Escobedo

JJE'RRV'mlb.

C O N T E N I D O

RESUMEN	Pág.
OBJETIVOS	
METODOS DE TRABAJO	
CAPITULO 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	1
1. LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO	2
2. GEOGRAFIA	2
2.1 CLIMA Y VEGETACION	2
2.2 OROGRAFIA	3
2.3 ACTIVIDAD ECONOMICA	3
CAPITULO II. LOCALIZACION GEOLOGICA	5
1. ASPECTOS GENERALES	6
2. ESTRATIGRAFIA	6
3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	5
4. YACIMIENTOS MINERALES	16
5. ACTIVIDAD IGNEA	17
6. ROCAS METAMORFICAS	17
CAPITULO III. GEOLOGIA DEL CUERPO CONCORDIA N.W.	19
1. GEOLOGIA LOCAL	20
2. GEOMETRIA	20
3. PETROLOGIA	20
4. ALTERACIONES HIDROTERMALES	21
5. MINERALOGIA (GANGA Y MENA)	22

	Pág.
6. PARAGENESIS Y DISTRIBUCION DE LA MINERALIZACION (GRAFICAS)	23
7. DESCRIPCION DEL YACIMIENTO MINERAL	23
8. GENESIS DEL YACIMIENTO	25
8.1 TEMPERATURAS DE FORMACION	27
8.2 CONTROLES FISICOS Y QUIMICOS DE LA MINERALIZACION	27
9. CLASIFICACION DEL YACIMIENTO	28
CAPITULO IV. EVALUACION ECONOMICA	29
1. CALCULO DE LEY PROMEDIO	30
2. CALCULO DE RESERVAS	30
3. CALCULO METALURGICO	32
4. SISTEMAS DE EXPLOTACION Y BENEFICIO	32
5. EVALUACION ECONOMICA DEL CUERPO CONCORDIA N. W.	35
- PROFORMAS DE LIQUIDACION	36
- ESTADO DE RESULTADOS	39
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
ANEXO PETROGRAFICO	48
BIBLIOGRAFIA	60

R E S U M E N

El presente trabajo tiene como finalidad formular una hipótesis del origen del Cuerpo Concordia así como evaluar económicamente el bloque N W (N)-229 al (N)-333 de este yacimiento.

Este Cuerpo se encuentra en el distrito de Zimapán, el cual está al N.W. del estado de Hidalgo en las coordenadas geográficas $20^{\circ}45'$ latitud norte y $99^{\circ}23'$ con longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Zimapán está ubicado en un valle a una elevación de 1 770 m.s.n.m. y la Mina El Monte-San Francisco, se localiza a 28 km al N.W. de Zimapán en la Sierra de El Monte. En esta zona la edad de las rocas varía del Kimmeridgiano al Reciente, las formaciones por orden de antigüedad son: La Formación Trancas (Jurásico Superior), Formación Doctor (Cretácico Inferior); Formación Soyatal (Cretácico Superior), Fanglomerado El Morro (Eoceno-Oligoceno), Formación Las Espinas (Oligoceno-Mioceno), Fanglomerado Zimapán, Fanglomerado Daxi y Aluvión del Reciente.

La mina El Monte se divide en tres áreas para su estudio que son: Dolores-Chiquihuites, Tecamate-La Escondida y Concordia, siendo esta última la más importante económicamente, ya que es un cuerpo monzonítico alterado por un proceso de reemplazamiento metasomático y cuenta con reservas probadas por 550,650 toneladas de mineral. Su evaluación económica arroja un resultado favorable para su explotación.

O B J E T I V O S

Este trabajo pretende cubrir el objetivo, de plantear una hipótesis de la génesis del yacimiento del Cuerpo Concordia. La inquietud por este tema se debe a que hasta la fecha no existe ningún trabajo que explique el origen de dicho intrusivo mineralizado, no obstante, que actualmente es el principal cuerpo de extracción de la mina San Francisco en Zimapan, estado de Hidalgo. La importancia de esta hipótesis consiste en proporcionar una guía para el posible descubrimiento de nuevos cuerpos minerales.

Como complemento de esta hipótesis se procedió a evaluar económicamente dicho Cuerpo en su parte Noroeste entre los niveles de explotación -229 al -333.

La evaluación muestra una aplicación directa de la geología a la explotación minera.

METODO DE TRABAJO

El método utilizado se basó en observaciones de campo y en datos recopilados de diferentes trabajos sobre la región, así como información de planos geológicos y de secciones de barrenación a diamante. Se procedió a elaborar planos geológicos de los diferentes subniveles que se encuentran ubicados entre los niveles -229 y -333 conforme el avance de tumba y desarrollo de la mina y al mismo tiempo, se realizaron planos de muestreo y secciones de barrenación a diamante.

CAPITULO I. LOCALIZACION GEOGRAFICA

1. LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO

El distrito minero de Zimapán se encuentra al N.W. del estado de Hidalgo en las coordenadas geográficas 20°24' latitud N. y 99°23' latitud W. del meridiano de Greenwich.

Las vías de acceso a Zimapán son la carretera federal México-Laredo, No. 85 en el Km 205 y la autopista México-Querétaro hasta el Km. 56, luego por la desviación a Tula y de allí a entroncar con la carretera México-Laredo.

Figura No. 1

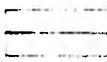
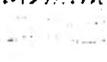
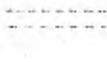
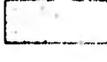
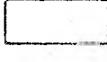
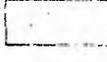
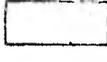
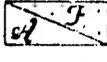
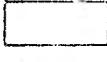
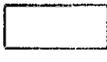
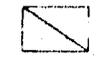
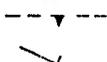
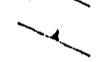
Este distrito tiene dos áreas mineras importantes: El Carrizal y El Monte, la primera se encuentra localizada a 14 km al N.W. de Zimapán, se llega por camino de terracería; la segunda se encuentra al N.W. a 28 km. de Zimapán, de los cuales los primeros 10 km son parte de la carretera federal No. 85 México-Laredo y los 18 km. restantes es camino de terracería. *Figura No. 2*

Además, Zimapán cuenta con una pista de aterrizaje de 1 km. de longitud; la estación de ferrocarril se encuentra a 88 km. al S.W. de Zimapán en el poblado de Huichapan. Otros servicios con los que cuenta este municipio son energía eléctrica, correo, telégrafo, teléfono, y educación hasta el nivel bachillerato y clínicas de salud.

2. GEOGRAFIA

2.1 CLIMA Y VEGETACION

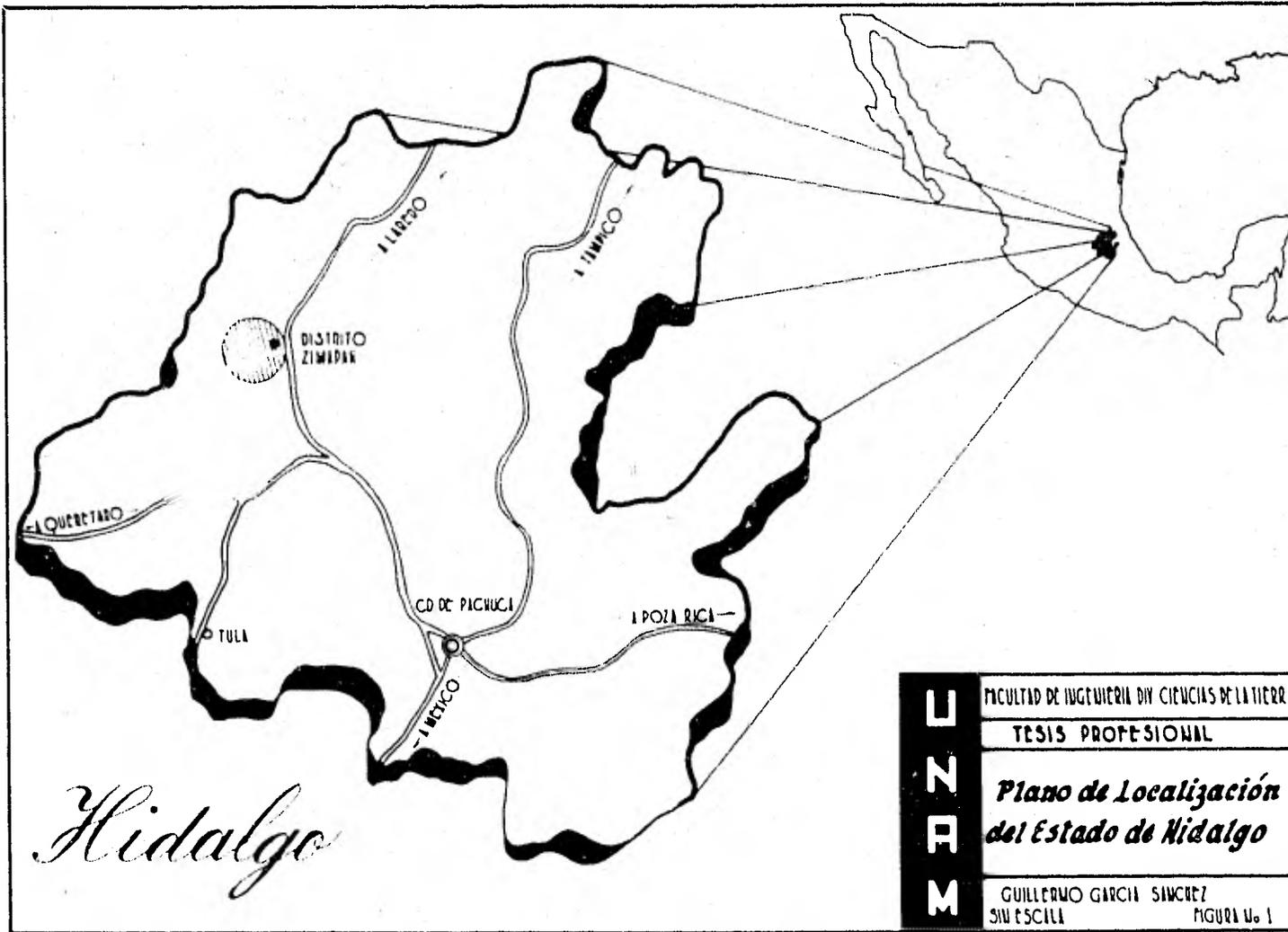
El clima es templado y seco, más frío en la sierra El Monte, la temperatura media anual es de 19°C, variando entre 0° y 39°.

	Falla o Fractura no mineralizada.	<i>En Planta</i> Cuerpos minerales: Bases del diamante.		En el nivel.
	Zona de Brucha.			Arriba del nivel.
	Seta o Fractura mineralizada.			Abajo del nivel.
	Oxidos.			B.D.D. inclinado para irle por el nivel.
	Sulfuros.	<i>En Secciones</i>		
	Sulfuros diferenciados.			En el plano de sección.
	Silicatos.			Adelante del plano de sección.
	Roca ignea (monoclinica) Triclinica y Cuadrada			Detras del plano de sección
	Caliza masiva			B.D.D. para irle por el plano de sección
	Caliza estratificada (especkmal)			
	Caliza estratificada (especkmal)			
	Pyrc.			
	C. pyrc.			
	Contacto geológico con su sentido.			
	Rumbo y sentido de capas.			
	Rumbo y echado de cuerpos de mineral.			

Nota

Los intervalos en blanco, en los barrenos de diamante, indican que no hubo recuperación de Core.

F.N.E.M.	FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS DE LA TIERRA
	TESIS PROFESIONAL
	Legenda Standard para Mapas Geológicos
	GUILLERMO GARCIA SANCHEZ _____ SU ESCUELA



La temporada de lluvias es de mayo a octubre con una precipitación media anual de 373 mm; se presentan 7 heladas como promedio anual.

La vegetación es de tipo desértico, representada por cactus, nopales, biznagas, lechuguilla, mezquite, ortiga y maguey. Y en las partes altas, encontramos enredaderas, pino, fresno, pirul, encino, ocote, cedro, roble, nogal y piñón.

2.2 OROGRAFIA

Zimapán se encuentra en un valle rodeado de montañas a una elevación de 1770 m.s.n.m. La parte más alta está en la sierra de El Monte en el cerro de San Nicolás a 2684 m.s.n.m. al norte del poblado. Al oriente se encuentran los lomeríos volcánicos, por donde pasa la carretera México-Laredo, y al N.W. están los lomeríos de caliza.

El valle de Zimapán es drenado por el río Tolimán de curso N-NW. de 25 km de longitud, el cual es afluente del río Moctezuma. El río Tolimán ha formado una barranca que alcanza 1 200 m. de profundidad.

La zona montañosa es muy escarpada con ángulo de 40° a 45° en las laderas de la Sierra de El Monte. En la barranca del río Tolimán, el relieve es abrupto y muchas áreas son inaccesibles debido a los acantilados.

2.3 ACTIVIDAD ECONOMICA

El municipio de Zimapán es netamente minero, existen nueve compañías del ramo. Como segunda actividad en importancia se encuentra la agricultura, ésta es

pobre por la falta de tierras de cultivo y por la mala irrigación, además de que es escasa la mano de obra, los productos más comunes son: jitomate, frijol, maíz, plátano, piñón, maguey y otros. También se desarrolla en forma restringida la ganadería, existiendo ganado caprino, equino, lanar, producción apícola y en menor proporción ganado vacuno y porcino. Otras actividades son el comercio y la actividad bancaria.

CAPITULO II. LOCALIZACION GEOLOGICA

1. ASPECTOS GENERALES

La edad de las rocas en el distrito de Zimapán varía del Kimmeridgiano (fines del Jurásico) al Reciente. Las rocas del Mesozoico son las únicas que presentan fósiles, por lo que las formaciones más jóvenes han sido fechadas indirectamente.

Las rocas más antiguas se presentan estratificadas y están compuestas por lutitas, calizas, calizas lutíticas y calcarenitas del Mesozoico; calizas lutíticas del Jurásico Superior, calizas del Cretácico Inferior y calizas y lutitas del Cretácico Superior, le siguen el conglomerado El Morro y arriba de este, rocas volcánicas, basaltos y andesitas (Las Espinas) del Terciario. Conglomerados del Pleistoceno (Zimapán y Daxi) y depósitos de Terrazas aluviales y aluvión del Reciente.

Los espesores de las rocas Jurásicas y Cretácicas se han calculado burdamente, y las de las rocas terciarias son conocidas con relativa exactitud.

Ver figura No. 3

2. ESTRATIGRAFIA

SISTEMA JURASICO SUPERIOR

FORMACION LAS TRANCAS

Distribución. Esta formación tiene por localidad tipo el poblado del mismo nombre, que se encuentra en el kilómetro 203 de la carretera federal No. 85.

Presenta su máximo desarrollo a 3 km al Norte de la mina El Carrizal, también se encuentra en los primeros 200 m del socavón de la mina San Francisco. 1 /

1 /. K. Segestrom 1940

SISTEMA	EPOCA		FORMACION	LITOLOGIA	DESCRIPCION LITOLOGICA
	ANTIGUA	RECIENTE			
CUARTERNARIO	PLEISTOCENO	ALUVION	12 METROS		DEPOSITOS DE TERRAZAS
		PANGLOMERADO DAXI	10 METROS		DEPOSITOS DE ABAMICOS ALUVIALES Y MATERIAL GRUESO
	PLEISTOCENO	PANGLOMERADO ZIMAPAN	15 METROS	DEPOSITOS DE ABAMICOS ALUVIALES Y MATERIAL GRUESO	
		LAS ESPINAS	375 METROS	LAVAS, TOBAS Y AGLOMERADOS DE ANDESITA Y BASALTO	
	EOCENO	PANGLOMERADO EL MORRO	400 METROS	ABAMICOS ALUVIALES CON CLASTOS DE CALIZA Y MATERIAL VOLCANICO	
		DISCORDANCIA ANGULO 40°			
TERCIARIO	CRETACICO SUPERIOR	SOYATAL	1000 METROS		MARGAS Y LUTITAS CALCREAS
		CRETACICO SUPERIOR			
	CRETACICO INFERIOR	1 LA NEGRA		CELIZAS CON BANDAS DE PED.	
		2 SAN JOAQUIN		CELIZAS CON NUDOS N. M. P.	
		3 SOCIVON		CEL. DE ASPECTO BRECHADO	
		4 ACADRON		CEL. CON MILIOLITOS, LOBOS CALCREOS, CALIZAS CON RUDISTAS	
JURASICO SUPERIOR	LAS TRANCAS	700 METROS	CELIZAS Y LUTITAS		
	JURASICO SUPERIOR		GRANOVACAS INTERESTRATIFICADAS CON LUTITAS		
JURASICO INFERIOR			GRANOVACAS		
			ARCOSAS		

Litología. Está compuesta en su base por arcosa de color gris verdoso en capas de 30 a 60 cm., sobre esta se encuentra grauvaca de color gris en capas de más o menos 40 cm continuando una alternancia de grauvacas lutíticas amarillas con espesores de 10 a 20 cm y sobre estas, capas delgadas de lutitas rojizas interestratificadas, con capas de caliza gris oscura de 10 cm. de espesor.

Estructuras primarias. Esta formación está estratificada, el espesor de los estratos varía de 10 a 60 cm dependiendo del tipo de roca.

Estructuras Secundarias. Esta formación presenta pliegues anticlinales y sinclinales y fracturas orientadas N S y E W

Espesor. El mayor espesor medio es de 200 m al norte del río Tolimán.

Modo de Intemperismo. Este varía según el tipo de roca, en su mayor parte es fácilmente erosionable y hacia la parte superior tiende a formar lomeríos suaves.

Edad. K. Segerstrom, W. Imlay, y otros recopilaron *Aptichus* sp., amonitas desenrolladas fechadas Portlandiano a Neocomiano. Humphey recolectó *Mazapillites* sp. del Kimmeridgiano. B. Márquez, en 1966 recolectó fósiles del Aptiano Inferior; por los fósiles colectados esta formación es del Kimmeridgiano al Aptiano Inferior.

Relaciones Estratigráficas. La Formación Las Trancas es la más antigua que se conoce en la región, subyace concordantemente a la Formación Doctor.

SISTEMA CRETACICO INFERIOR.

FORMACION DOCTOR.

Distribución. Esta formación aparece en las zonas de El Carrizal y El Monte, y es la roca que encajona la mineralización en la mayor parte del distrito.

Esta formación tiene su localidad tipo en Cadereyta, Querétaro. 1 /

Litología. La Formación Doctor consiste en 4 miembros, que son: Cerro Ladrón, Socavón, San Joaquín y La Negra, y su litología es la siguiente:

a. Miembro Cerro Ladrón. Compuesto de calizas en capas gruesas en diferentes tonos de gris, con cierta fetidez y suturas estilolíticas paralelas a la estratificación. Estas calizas están recristalizadas y presentan una topografía cárstica. Agrupa 3 submiembros, que son: Rudistas, Lodos Calcáreos y Miliólidos.

Los submiembros se reconocen por su contenido faunístico y por sus características litológicas, son calizas sin impurezas y su matriz es una calcarenita de grano fino.

b. Miembro Socavón. Este es una caliza de aspecto brechoide con clastos de caliza que varía en tamaño y grado de redondez en una matriz de grano grueso, se presenta en capas de 15 a 80 cm de espesor, su origen se relaciona en un ambiente de erosión y acarreo acuoso.

c. Miembro San Joaquín. Es una caliza criptocristalina compacta, de color gris en capas de 0.5 a 1 m con pedernal negro en nódulos cuyo diámetro va de 2 a 30 cm.

1 / I Wilson, 1954

d. Miembro La Negra. Representado por una caliza gris de grano fino estratificada en capas de 10 a 30 cm, con bandas de pedernal o nódulos de color negro que en la proximidad con cuerpos igneos cambia a color blanco.

Dentro de este miembro destacan horizontes o lentes de caliza masiva, por orden de antigüedad existen el horizonte 2,1,X, y otros 5 lentes más jóvenes. 1/ Estos son importantes ya que son los controles locales de la mineralización en la mina El Carrizal.

Estructuras Primarias. Aquí destaca la estratificación con espesores variables y en partes caliza masiva.

Estructuras Secundarias. Pliegues asimétricos, anticlinales y sinclinales recostados, con ejes que varían en buzamiento. El espesor es difícil de conocer con exactitud debido a la gran deformación que ha sufrido esta formación, pero se puede calcular en 800 m.

Modo de Intemperismo. Estas calizas son muy resistentes a la erosión, formando pendientes muy inclinadas y acantilados, en otras partes forman dolinas.

Edad. En el área se han colectado una gran cantidad de fósiles entre los que se enumeran:

Fósil	Edad	Recolectó
Radiolitoides mexicanis	Albiano Medio	Mullerried
Caprinuloidea sp	Cenomaniano	Palmer
Miliolidae sp	Turoniano Inf.	Imlay
Globigerina planispira	Cenomaniano	Ivette Eternod

1 / J. L. Medina, 1981. Reportes no Publicados.

En resumen, la edad de esta formación va del Neocomiano al Turoniano Inferior.

Relaciones Estratigráficas. La formación Doctor descansa concordantemente sobre la formación Las Trancas y subyace concordantemente a la formación Soyatal.

SISTEMA CRETACICO SUPERIOR

FORMACION SOYATAL 1 /

Esta formación está distribuida en las zonas noroeste y noreste de la región y en la Sierra de El Monte se erosionó, presenta buenos afloramientos a 48 km. al noroeste de Zimapán, Hgo., cerca de un campo minero de antimonio.

Litología. Se compone de margas interestratificadas con lutitas. Las margas intemperizan en un color rojizo resaltando de las lutitas de color beige terroso, presentan en su matriz arcilla, calcita y poco cuarzo.

Estructuras Primarias. Esta formación está estratificada en capas de 5 a 45 cm de espesor, el cual aumenta hacia la parte superior, donde se incrementa el contenido de arcilla en una relación volumétrica de 65% lutita y 35% de marga. Las lutitas tienen un crucero pizarroso bien desarrollado; los contactos con las rocas del Cretácico Inferior son muy notable ya que esta formación no contiene pedernal.

Estructuras Secundarias. En la zona del Tolimán la Formación Soyatal se encuentra metamorfizada en Hornfelses verdes con un bandeamiento bien desarrollado, esto se debe a que está en contacto con el Intrusivo Tolimán.

1 / Wilson. 1955

En resumen, la edad de esta formación va del Neocomiano al Turoniano Inferior.

Relaciones Estratigráficas. La formación Doctor descansa concordantemente sobre la formación Las Trancas y subyace concordantemente a la formación Soyatal.

SISTEMA CRETACICO SUPERIOR

FORMACION SOYATAL 1 /

Esta formación está distribuida en las zonas noroeste y noreste de la región y en la Sierra de El Monte se erosionó, presenta buenos afloramientos a 48 km. al noroeste de Zimapán, Hgo., cerca de un campo minero de antimonio.

Litología. Se compone de margas interestratificadas con lutitas. Las margas intemperizan en un color rojizo resaltando de las lutitas de color beige terroso, presentan en su matriz arcilla, calcita y poco cuarzo.

Estructuras Primarias. Esta formación está estratificada en capas de 5 a 45 cm de espesor, el cual aumenta hacia la parte superior, donde se incrementa el contenido de arcilla en una relación volumétrica de 65% lutita y 35% de marga. Las lutitas tienen un crucero pizarroso bien desarrollado; los contactos con las rocas del Cretácico Inferior son muy notables ya que esta formación no contiene pedernal.

Estructuras Secundarias. En la zona del Tolimán la Formación Soyatal se encuentra metamorfozada en Hornfelses verdes con un bandeamiento bien desarrollado, esto se debe a que está en contacto con el Intrusivo Tolimán.

1 / Wilson, 1955

Espesor. Varía de 300 a 1 000 m 1 /

Modo de Intemperismo. Se presenta en lomeríos bajos y se erosiona en forma notoria resaltando las capas de margas rojizas, de las lutitas de color beige. Asimismo, resaltan los drenajes de tipo bifurcado con pendientes extremadamente fuertes.

Edad. A este respecto, T. Paredes. 2 / recolectó un pelecípodo identificado como *Inoceramus labiatus* Schlotheins. En las lutitas se encontraron microfósiles examinados por Ivette Eternod con los siguientes resultados:

Microfauna	Edad
<i>Globotruncana stuarti</i> Lapparent.	Campaniano Maestrichtiano
<i>Globotruncana et. G.</i> <i>haramensis</i> Vooraujk.	Cretácico Superior
<i>Globigerina cretacea</i> D'Orbigny	Senoniano-Paleoceno
<i>Gumbelina globulosa</i> Ehrenberg.	Senoniano-Paleoceno

Por la fauna fechada, la formación tiene una edad que cubre del Turoniano al Maestrichtiano.

Relaciones Estratigráficas. La Formación Soyatal es concordante con la Formación Doctor y subyace discordantemente en un ángulo de 40° al Fanglomerado El Morro.

1 / Segerstrom. 1961

2 / López Ramos Ernesto.

SISTEMA TERCARIO

A. FORMACION FANGLOMERADO EL MORRO

Distribución. Aflora en una faja de 11 km con dirección noroeste, del cerro del Potrero hasta el cerro de San Pascual. Su localidad tipo está en el cerro del Morro sobre la carretera a la mina de San Pascual a 6 km al noroeste de Zimapán. 1/

Litología. Es muy uniforme en toda la formación, se compone de guijas y matatenas de caliza color gris que varía de angular a subangular con tamaños que van de 0.02 a 1.5 metros, también se observan trozos de roca ígnea. La matriz del fanglomerado presenta caliza, arena, cuarzo, feldespato y mica.

Espesor. Este varía de 30 m hasta 400 m en la zona del Tolimán.

Modo de Intemperismo. Esta formación está muy bien consolidada y es muy resistente a la erosión, forma laderas de fuertes pendientes y acantilados. El tono de intemperismo es guinda oscuro.

Edad. Por relaciones estratigráficas indirectas está fechado como Eoceno y principios del Oligoceno.

Relaciones Estratigráficas. El Fanglomerado El Morro descansa discordantemente sobre la Formación Soyatal y concordantemente bajo la Formación Las Espinas.

B. FORMACION VOLCANICA LAS ESPINAS.

Distribución. Esta formación aflora al oeste y en las zonas de Santa Gorgonia

1 / *Simons y Mapes, 1957.*

y San Pascual y al suroriente del cerro de Las Espinas en donde encontramos su localidad tipo 1 /

Litología. La composición de esta formación varía de latita cuarcífera a andesita (piroxenos y olivino) ó a basalto de olivino con o sin hiperstena. Se presenta en lavas, tobas y aglomerados, las lavas presentan estructuras fluidal y laminar, se separan en lascas al golpearlas con la pica. Las lavas presentan textura porfídica y contienen mucho vidrio (obsidiana), también se observa plagioclasa, cuarzo y sanidino.

Espesor. La Formación Las Espinas, al Poniente de Zimapán en el cerro Grande, presenta un espesor variable desde algunos centímetros, hasta 375 metros. Esta formación se intemperiza en un color gris verdoso y es fácilmente erosionable.

Edad. Por la secuencia estratigráfica se puede fechar como de fines del Oligoceno y/o Mioceno.

Relaciones Estratigráficas. En la Formación Las Espinas se puede observar el contactor inferior concordante con la Formación Fanglomerado El Morro y es discordante con los depósitos aluviales y el aluvión.

SISTEMA CUATERNARIO

FORMACION FANGLOMERADO ZIMAPAN.

Se localiza en el valle de Zimapán y la Sierra de El Monte. Se compone de guijas y matatenas de caliza del Cretácico Inferior que varían de angulosos a

1 / Mapes, Símons. 1957

subangulosos que se encuentran cementados por caliche. El espesor máximo es de 15 metros.

FORMACION FLANGOMERADO DAXI

Es un depósito aluvial parecido al Fanglomerado Zimapán, cubre la ladera nororiental del Cerro del Daxi, está constituido por fragmentos angulosos de rocas del Cretácico Inferior hasta de 1 m de diámetro. Su espesor máximo es de 10 metros.

ALUVION

Este se encuentra bien distribuido en el Valle de Zimapán y en los diferentes tributarios del río Tolimán, su espesor máximo es de 12 metros.

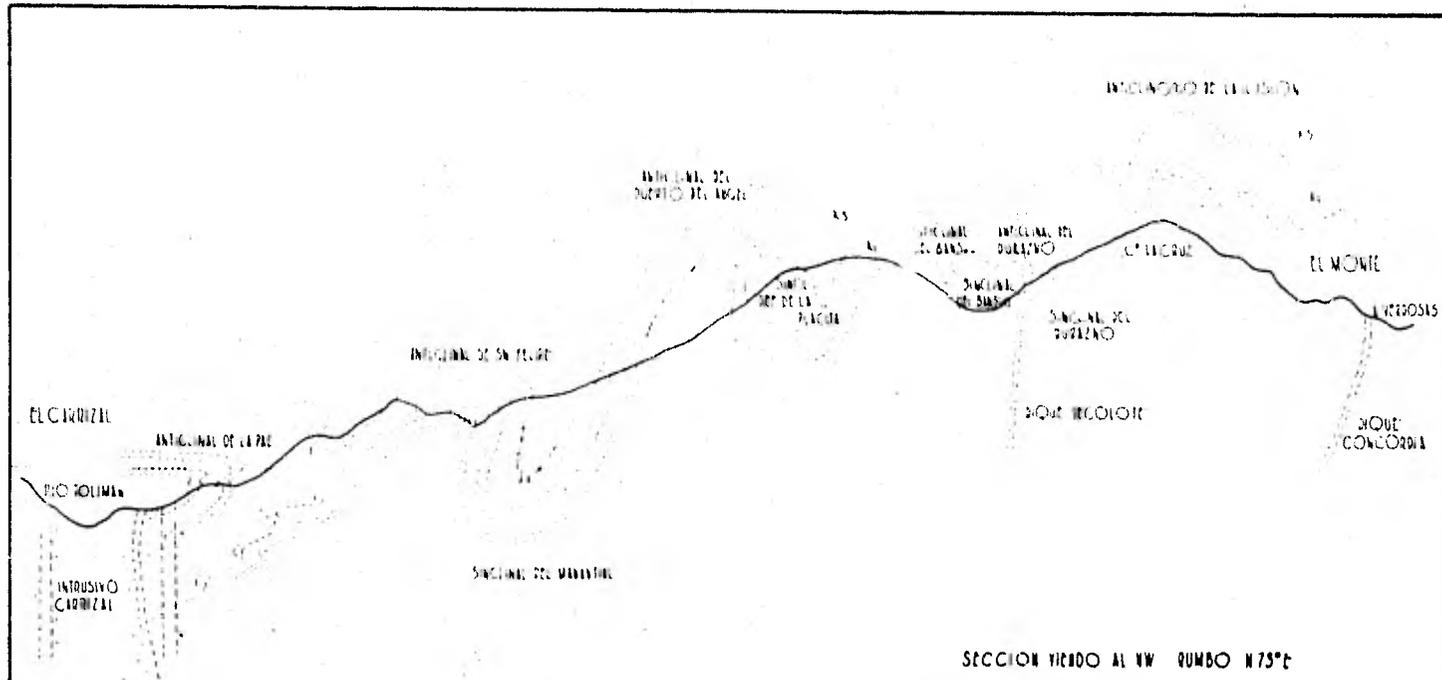
3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En esta región la geología estructural es muy complicada, lo abrupto del terreno dificulta la recolección suficiente de datos.

Las Formaciones Doctor y Soyatal se presentan completamente plegadas, resaltando pliegues muy cerrados, isoclinales, algunos recumbentes y recostados. *Ver figura No. 4, Sección Monte-Carrizal.*

Fallas: Existen fallas normales, premineralización con rumbo NW-SE y E-W en donde se observan sulfuros de Fe, Cu, Zn, Pb, Ag, y minerales de ganga como fluorita, cuarzo y calcita.

Las fallas post-mineralización en su mayoría son normales con rumbo NE-SW, estas desplazan a los cuerpos minerales; las fallas que destacan por su magnitud



UNZC	FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS DE LA TIERRA
	TESIS PROFESIONAL
	<i>Sección Geológica Monte Carrizal</i>
	GUILLERMO GARCIA SANCHEZ ESCALA 1:50,000 FIGURA No. 1

son: Concordia, Dolores, Miguel Hidalgo y Guadalupe en la zona El Monte. En la zona El Carrizal se encuentra la Falla del Malacate, también normal, con rumbo variable de W a NW, esta tiene una posible extensión de 15.5 km

También se pueden observar otras fallas cercanas a Zimapán como la de San Pedro y la de Mui y más al NE se encuentra la de la Estancia con rumbo NW; todas estas fallas tienen un echado mínimo de 60°. Ver figura No. 2. Además de los pliegues ya mencionados en la Formación Doctor, se observan pliegues en chevrón y también estructuras pequeñas o micropliegues y estructuras de "Boudinage".

4. YACIMIENTOS MINERALES

Los yacimientos minerales de la región tienen una estrecha relación con los cuerpos ígneos intrusivos y de acuerdo a la roca encajonante se agrupan en:

- a) Yacimientos metasomáticos de reemplazamiento en calizas (mantos y chimeneas) que en sí son muy importantes tanto en sus leyes económicamente explotables como en su potencial; como ejemplo, el yacimiento El Carrizal.
- b) Yacimientos masivos Metasomáticos en cuerpos ígneos intrusivos y tactitas adyacentes. Ejemplo yacimiento El Monte.
- c) Yacimientos en forma de vetas en calizas arcillosas, fanglomerados, hornfelses y rocas volcánicas. Por ejemplo, los yacimientos San Pascual y El Venado.

5. ACTIVIDAD IGNEA

Los cuerpos intrusivos más relacionados con yacimientos minerales importantes en esta región están compuestos de troncos de monzonita y latita, y diques de riolita, dacita, andesita, traquita y de basalto.

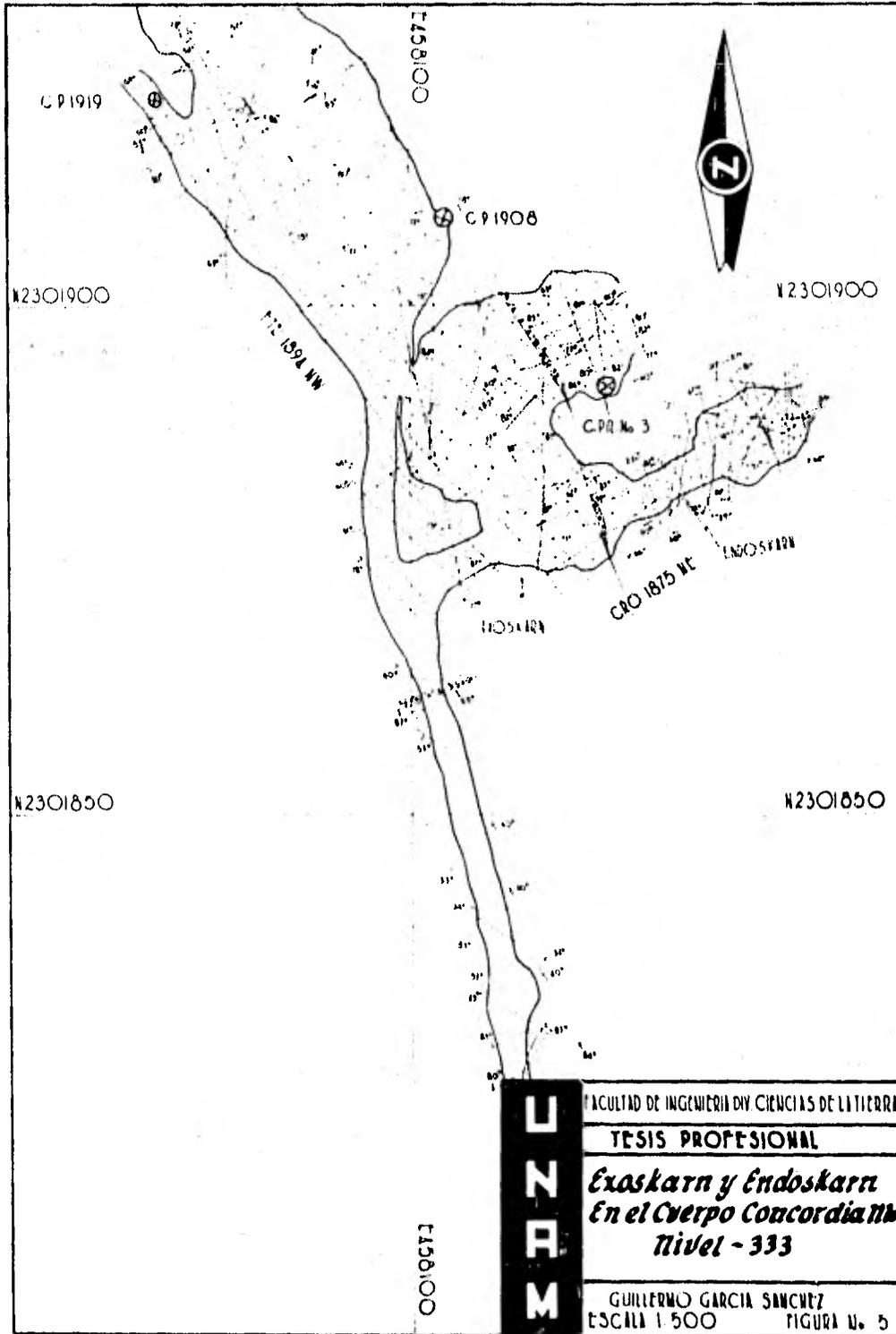
Existen 3 cuerpos intrusivos monzoníticos que se relacionan espacialmente con los yacimientos minerales, sus dimensiones varían entre 30 y 350 m de ancho y de 0.4 a 9 km de largo. Ejemplos de estos cuerpos son el Concordia en el área El Monte, los intrusivos Tolimán y Carrizal en las áreas que llevan sus nombres respectivos. Estudios hechos en áreas cercanas han fechado estos intrusivos por el método potasio-argón como Terciarios con 8.7 ± 0.8 millones de años. 1/

6. ROCAS METAMORFICAS

Las rocas metamórficas de la región han sido formadas por diferentes procesos entre los que se pueden enumerar, los siguientes: Procesos de metamorfismo dinámico que produjeron cambios por esfuerzos, dando origen al crucero pizarroso en algunas rocas del Cretácico Superior. Procesos de metasomatismo hidrotermal que transforma las rocas preexistentes en skarn, las cuales a su vez se diferencian en:

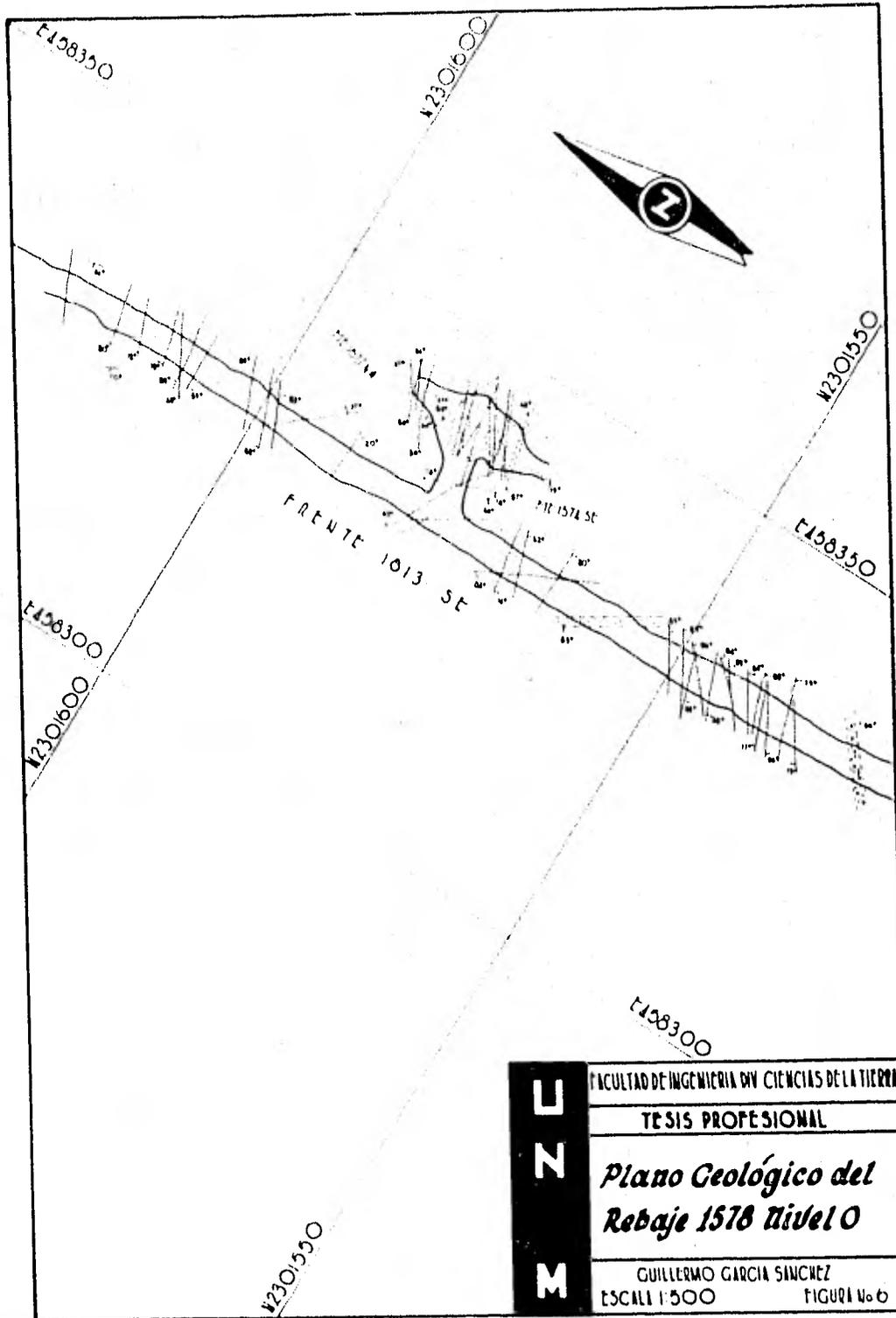
- a) Exoskarn alrededor del intrusivo en calizas y dolomias. *Figura No. 5*
Dique Concordia.
- b) Endoskarn dentro del intrusivo. *Figura No. 5* Dique Concordia.
- c) Exoskarn sin intrusivo expuesto (soluciones hidrotermales que viajan por ejes de pliegues, capas ó fracturas. *Figura No. 6.* Area Chiquihuites, Rebaje 1578.

1 / Gaytán, 1975.



UNEP

FACULTAD DE INGENIERIA DIV. CIENCIAS DE LA TIERRA
 TESIS PROFESIONAL
*Exoskarn y Endoskarn
 En el Cuerpo Concordia M.*
Nivel - 333
 GUILLERMO GARCIA SANCHEZ
 ESCALA 1:500 FIGURA N. 5



M Z E	FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS DE LA TIERRA
	TESIS PROFESIONAL
	<i>Plano Geológico del Rebaje 1578 Nivel 0</i>
	GUILLERMO GARCIA SANCHEZ ESCALA 1:500 FIGURA No 6

El proceso de formación del Skarn está relacionado íntimamente en la formación de yacimientos minerales como lo muestra su relación espacial. La composición química del Skarn depende de la roca encajonante y el cuerpo intrusivo; entre los tipos químicos se puede enunciar los siguientes:

- 1) Skarn de Mg-Si en rocas dolomíticas y calizas en el área El Monte.
- 2) Skarn de Ca-Fe-Si, asociados a magnetita y granate, en relación con las calizas de las áreas Monte y Carrizal.
- 3) Skarn de Al, Mg, Si en calizas arcillosas y dolomitas.

El exoskarn no se parece en nada al dique, se observa en la caliza con relictos de estratificación, con gran contenido de sílice y textura granoblástica.

El Endoskarn se puede distinguir por estar dentro del dique, tiene una apariencia semejante a este, no presenta relictos de estratificación y macroscópicamente se observa con mineralogía muy semejante al dique, con mucho cuarzo de segregación.

Otros exoskarn son los hornfelses, producto del metasomatismo producido por el intrusivo en las rocas del Cretácico Superior. Ejemplo de estos hornfelses se observan en las áreas Carrizal y Tolimán.

CAPITULO III. GEOLOGIA DEL CUERPO CONCORDIA N.W.

1. GEOLOGIA LOCAL

La estratigrafía en la mina se limita a la Formación Doctor en sus miembros Cerro Ladrón, Socavón, San Joaquín y La Negra, cuyas características ya han sido descritas; esta formación se encuentra intrusada por cuerpos ígneos de composición monzonítica y textura que varía de fanerítica a afanítica.

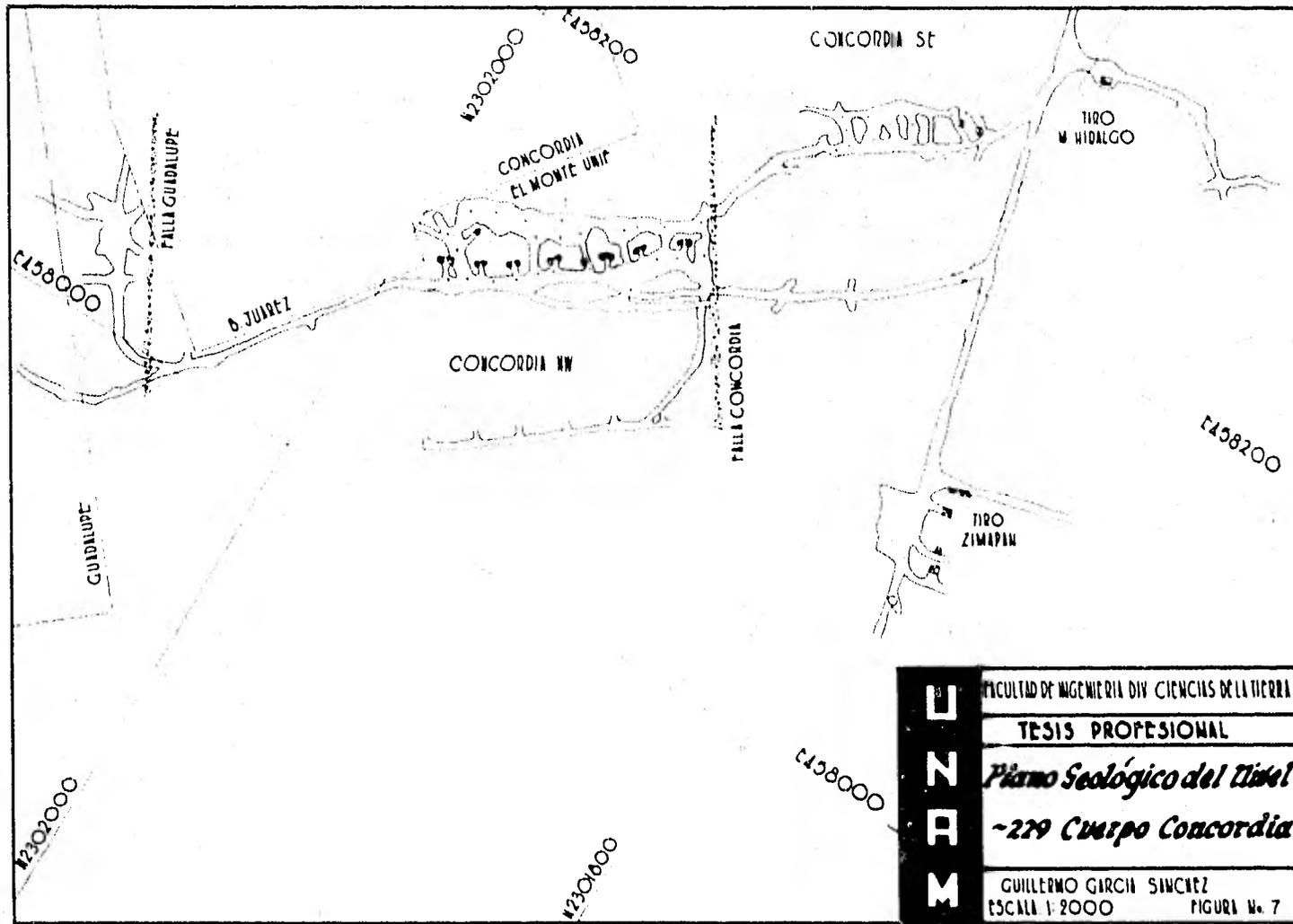
Los diques afaníticos son angostos y de pequeña extensión, con cambios de rumbo constantes en tanto que los diques faneríticos son más anchos y de mayor extensión, su rumbo es mucho más constante. Estos diques se ven afectados por 3 fallas normales de grandes dimensiones como son las fallas Concordia, Miguel Hidalgo y Guadalupe.

2. GEOMETRIA

El Dique Concordia aflora en la superficie a lo largo de 390 m, su echado es de 69° y tiene un ancho que varía de 5 a 40 m, se encuentra desplazado por 2 fallas principales: Concordia y Guadalupe. Ver figura No. 7; este dique presenta apófisis en su extremo SE tanto al bajo como al alto. Los apófisis tienen un ancho variable de 0.6 m a 3 m y se encuentran mineralizados aumentando su ley en las zonas de exoskarn; presentan una relación volumétrica de exoskarn a dique de 1:1 y en el Cuerpo Concordia la relación volumétrica dique-exoskarn es 6:1, presentando mejores leyes en la zona del alto que es la zona de exoskarn más amplia.

3. PETROLOGIA

El Dique Concordia es una monzonita de color gris claro a gris verdoso de fractura irregular y textura porfídica, está compuesto de oligoclasa Ab 29%



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA DIV. CIENCIAS DE LA TIERRA

TESIS PROFESIONAL

Plano Geológico del Nivel

-229 Cuspo Concordia

GUILLERMO GARCIA SANCHEZ
ESCALA 1:2000 FIGURA No. 7

ortoclasa, cuarzo, diópsida, wollastonita, clorita, clinzoicita, epidota y arcilla.

El exoskarn varía de color amarillo a verde claro y presenta fractura irregular y textura granoblástica, se compone de granate, calcita, wollastonita, diópsida, epidota, clorita, cuarzo y minerales opacos (pirita y hematita).

4. ALTERACIONES HIDROTERMALES

Las alteraciones más notables en el cuerpo Concordia son la silicificación, piritización, cloritización, argilización, sericitización, propilitización y carbonatación.

El proceso metasomático en la caliza produce cambios desde una ligera recristalización y transformación de pedernal negro a blanco hasta formar exoskarn rico en Fe, Mg, Si, Al_2O_3 y SiO_2 , lo que se representa como silicificación, piritización y argilización.

La diópsida del exoskarn está alterada a clorita y minerales arcillosos y el granate a arcilla.

El dique presenta una propilitización, silicificación, piritización, dolomitización y los feldspatos están alterados a caolín, sericita y clorita.

Los carbonatos y la dolomita se depositaron alrededor de los fenocristales de cuarzo, la augita está reemplazada parcialmente por clorita. En general el dique aportó Al, Mg, Fe, S y recibió SiO_2 , carbonatos y dolomita.

5. MINERALOGIA DEL EXOSKARN

Los minerales de Mena son:

Argentita *

Blenda

Bornita

Calcopirita

Galena

Scheelita

Los minerales de Ganga son:

Arsenopirita

Calcita

Cuarzo

Clorita

Diópsida *

Dolomita

Epidota *

Flourita

Granate

Magnetita

Pirita

Pirrotita

Sericita

Tremolita

Wollastonita

* Estos minerales no se observan macroscópicamente.

6. PARAGENESIS DEL EXOSKARN 1 /

Mineral	Exoskarn	Mena	Vetillas posteriores
Diópsida	-----		
Granate	-----		
Wollastonita	-----		
Fluorita		-----	
Cuarzo		-----	-----
Sulfuros		-----	
Clorita		-----	
Tremolita			-----
Epidota			-----
Carbonato			-----

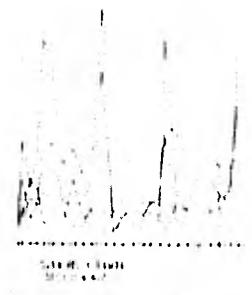
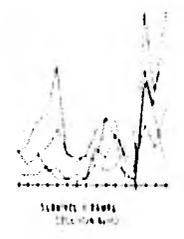
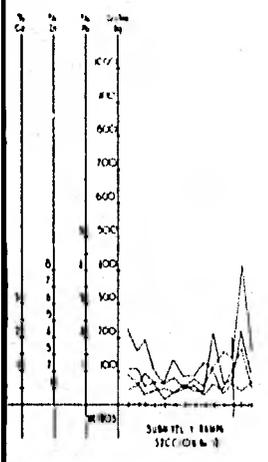
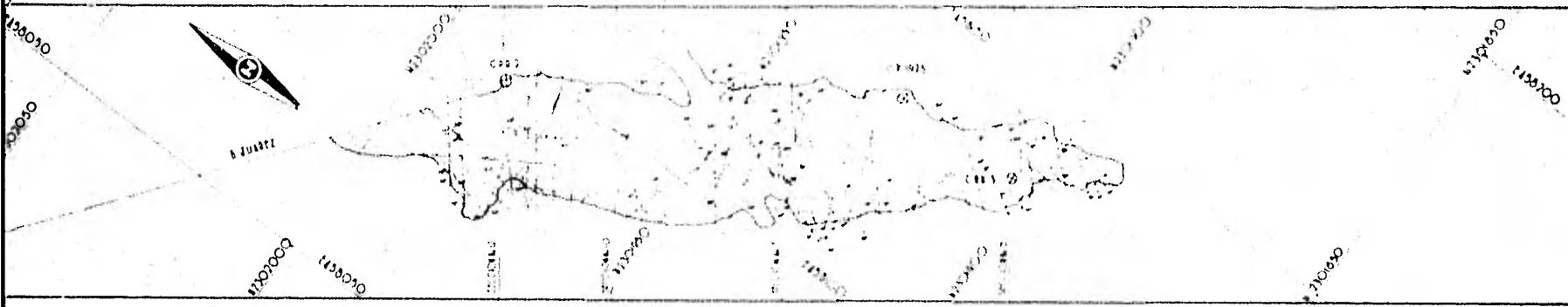
La figura No. 8 muestra la distribución de leyes en el Cuerpo Concordia NW Subnivel 1, elevación -243.

En estas gráficas se puede observar que las mejores leyes se encuentran en las zonas de exoskarn; ó sea en los extremos de las gráficas y en el centro del cuerpo se observa una menor concentración de sulfuros, debido a que en el dique la mineralización solo se encuentra alojada en las fracturas y microfracturas.

7. DESCRIPCION DEL YACIMIENTO MINERAL

El yacimiento mineral El Monte-San Francisco, se puede dividir para su estudio en 3 áreas importantes; estas están asociadas a diques de composición semejan-

1 / Mapes. 1957



PLANO DE LAS SECCIONES 1857E
SECCIONES 1857E II III

BOZE FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS DE LA TIERRA
 TESIS PROFESIONAL
Distribución de la Mineralización
En el Subnivel N.º 1 Clad.-263
 GUILLERMO GARCIA SANCHEZ
 ESCALA 1:500 FIGURA N.º 6

te y textura variable y es el área Concordia la que tiene más tonelaje calculado en reservas. La geología de superficie del área El Monte se presenta en la Figura No. 9. A continuación se describen dichas áreas.

A) El área Dolores-Chiquihuites está asociado a diques de latita color verde olivo que a simple vista se parece al exoskarn, el dique se conoce con el nombre de Dique 1,414, este presenta texturas de grano fino y es angosto con zonas de 0.8 m. tiene una relación volumétrica de dos de exoskarn por tres de roca ígnea.

Este exoskarn tiene zonas minerales ricas de Zn, Cu, y valores bajos de Ag, se puede observar claramente en los niveles 0, + 50 y 90 del área Dolores Chiquihuites. También encontramos exoskarn sin relación aparente con diques con leyes bastante buenas enriquecidas por sistemas de fracturas mineralizadas en el nivel 0y + 90.

El dique Tecolote localizado en esta área y casi paralelo al Dique 1,414, tiene textura fanerítica de color gris claro y mineralización económica en forma de vetillas y pobremente diseminada en el dique, cuya explotación es marginalmente costeable en la actualidad, al igual que los diques 1,436 y 1,474 iguales en composición al 1 414.

La ley promedio del dique 1,414 es:

Ag	Pb	Zn	Cu
(gr/t)	(%)	(%)	(%)
90	0.96	2.15	0.66

B) El área Concordia está caracterizada por la presencia de un dique monzonítico de textura Fanerítica, tiene un ancho de 30 m y un largo de 390 m. Este dique se presenta dividido por las fallas Concordia y Guadalupe que

lo desplazan en forma horizontal 40 m, tiene mejores zonas de exoskarn al alto que en la zona del bajo, tanto en espesor como en leyes y se encuentran lentes de caliza que han quedado como pilares dentro del dique en los niveles -89, -125 y -175. Ver figura No. 10 representando el nivel -175. El dique presenta una bifurcación en el extremo SE, la cual está mineralizada con mayor concentración de sulfuros.

La ley general promedio de este dique en la porción NW es de:

Ag	Pb	Zn	Cu
(gr/t)	(%)	(%)	(%)
150	1.00	1.60	0.60

C) El área Tecomate-La Escondida presenta diques de latita que varían de grano medio a fino que son casi estériles con zonas de exoskarn mineralizadas sobre todo en la intersección de bifurcaciones, cambios bruscos de rumbo y en las zonas de fracturas como ejemplos de estos tipos de estructuras tenemos los rebajes: 1805, 1804, 1727, 1710, 1715, etc.

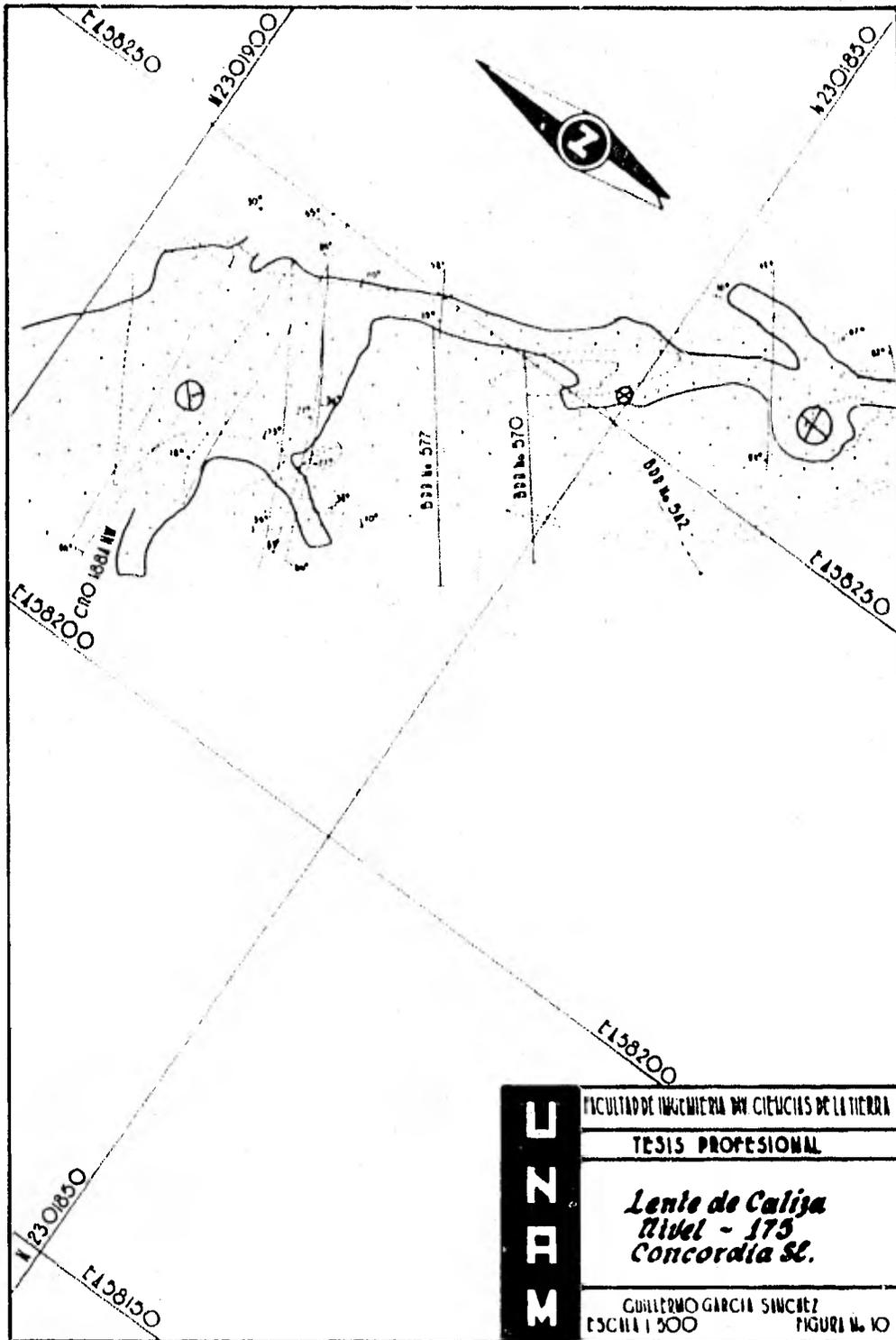
La ley promedio de esta área es de:

Ag	Pb	Zn	Cu
(gr/t)	(%)	(%)	(%)
78	0.36	6.34	1.00

8. GENESIS DEL YACIMIENTO

En la historia de la formación del yacimiento se pueden distinguir diferentes procesos, dentro de los cuales podemos enunciar los siguientes:

1. Proceso de intrusión ígnea. Evidenciada por la intrusión del Dique Concordia en las calizas de la Formación Doctor.



2. Proceso de metamorfismo de contacto. Recristalización de la roca encajonante causada por los aumentos de temperatura originados por la roca intrusiva, transformando a la caliza en marmol, creando una aureola de metamorfismo alrededor del intrusivo o en zonas cercanas a este. Durante este proceso no hubo adición de nuevos minerales, sino solamente recristalización y recombinación de los minerales existentes.

3. Proceso Metasomático.

a) Proceso de hidrotermalismo silicatado. Se caracteriza por la circulación de fluidos hidrotermales; tiene como componente un fluido acuoso en estado supercrítico rico en sílice, el cual al combinarse con el carbonato de calcio de la roca encajonante formó granates de las variedades andradita y grosularita, además wollastonita, diópsida, y otros.

Los procesos metamórficos y metasomáticos sirvieron como preparación del terreno, ya que constituyeron un proceso de premetalización que incrementó la permeabilidad primaria de las rocas; los cambios locales de temperatura provocaron el fracturamiento, evidenciado por la presencia de vetillas mineralizadas, además el hidrotermalismo silicatado favoreció el remplazamiento de los silico-aluminatos por sulfuros.

b) Proceso de hidrotermalismo sulfuroso. Este es inmediato, ya que empieza antes de que cese completamente la formación de skarn, pues los fluidos que contienen los minerales metálicos, remplazan a los silicatos cálcicos, formando así la zona de sulfuros. La mineralización más costeable encontrada a lo largo de la zona de exoskarn, de wollastonita la cual limita al cuerpo mineral. La mineralización dentro del dique está controlada por sistemas de fracturas y microfracturas, siendo el

mas importante el orientado a rumbo de la estructura, NW-SE.

4. Proceso de hidrotermalismo tardío. En este se localizan las alteraciones hidrotermales, como cloritización, argilización, etc.

8.1 Temperaturas de formación. Una estimación de temperaturas de formación del yacimiento metasomático basada en puntos de fusión, fraccionamiento de isótopos de oxígeno, equilibrio de fases silicatadas y sulfuros realizada por Burt y Petersen en depósitos de este tipo, arrojaron los siguientes resultados.

700 - 900°C	Solidificación del Intrusivo
500 - 700°C	Metamorfismo de Contacto
300 - 500°C	Superposición de Oxidos y Sulfuros
200 - 400°C	Hidrotermalismo Tardío.

Aunque no necesariamente sean estas temperaturas las registradas en este yacimiento, nos proporcionan límites para plantear hipótesis.

8.2 Controles Físicos y Químicos de la Mineralización. Estos tipos de controles son muy importantes pues de ellos depende que las soluciones mineralizantes encuentren un medio favorable para precipitarse.

a. Controles Físicos. Entre estos están los planos de estratificación que permiten el paso de las soluciones así como las cavidades que se forman en los ejes de los pliegues en las flexiones de las calizas, las fracturas y la permeabilidad primaria de la roca encajonante.

b. Controles Químicos. La acción química fue un factor en el emplazamiento del cuerpo mineral. Los efectos metamórficos fueron la recristalización y los metasomáticos fueron la recombinación y formación de nuevos minerales debido al aumento de temperatura.

9. CLASIFICACION DEL YACIMIENTO

Para clasificar el yacimiento de El Monte-San Francisco es necesario utilizar varias clasificaciones con objeto de expresar más explícitamente el origen del yacimiento.

Según la clasificación de Lindgrén, se trata de un yacimiento de reemplazamiento metasomático. Park, basándose en las temperaturas de formación lo agrupa, más específicamente, en Depósitos ígneo-metamórficos. Según Routhier es un yacimiento de Plata, Plomo, Zinc, asociado a plutones monzoníticos, periplutónicos e intraplutónicos tipo veta en fracturas y chimeneas. Según Stanton es un depósito en rocas metamórficas fase hornfelses con exceso de SiO_2 .

CAPITULO IV. EVALUACION ECONOMICA

1. CALCULO DE LEY PROMEDIO

Este cálculo se elaboró en base al muestreo de canal en los niveles -229, -333, Rampa, y los subniveles 1, 2 y partes del 3 y 7; se analizaron 3 360 metros de muestras. La ley promedio de la zona intermedia entre los subniveles 3 y 7- se determinó al muestrear los barrenos de diamante.

Los ensayos fueron analizados y balanceados por el método tradicional ¹/₁, y el cálculo de la ley promedio se hizo por la fórmula:

$$\text{Ley Promedio} = \frac{\text{Suma (ancho x ensayos)}}{\text{Suma Anchos}}$$

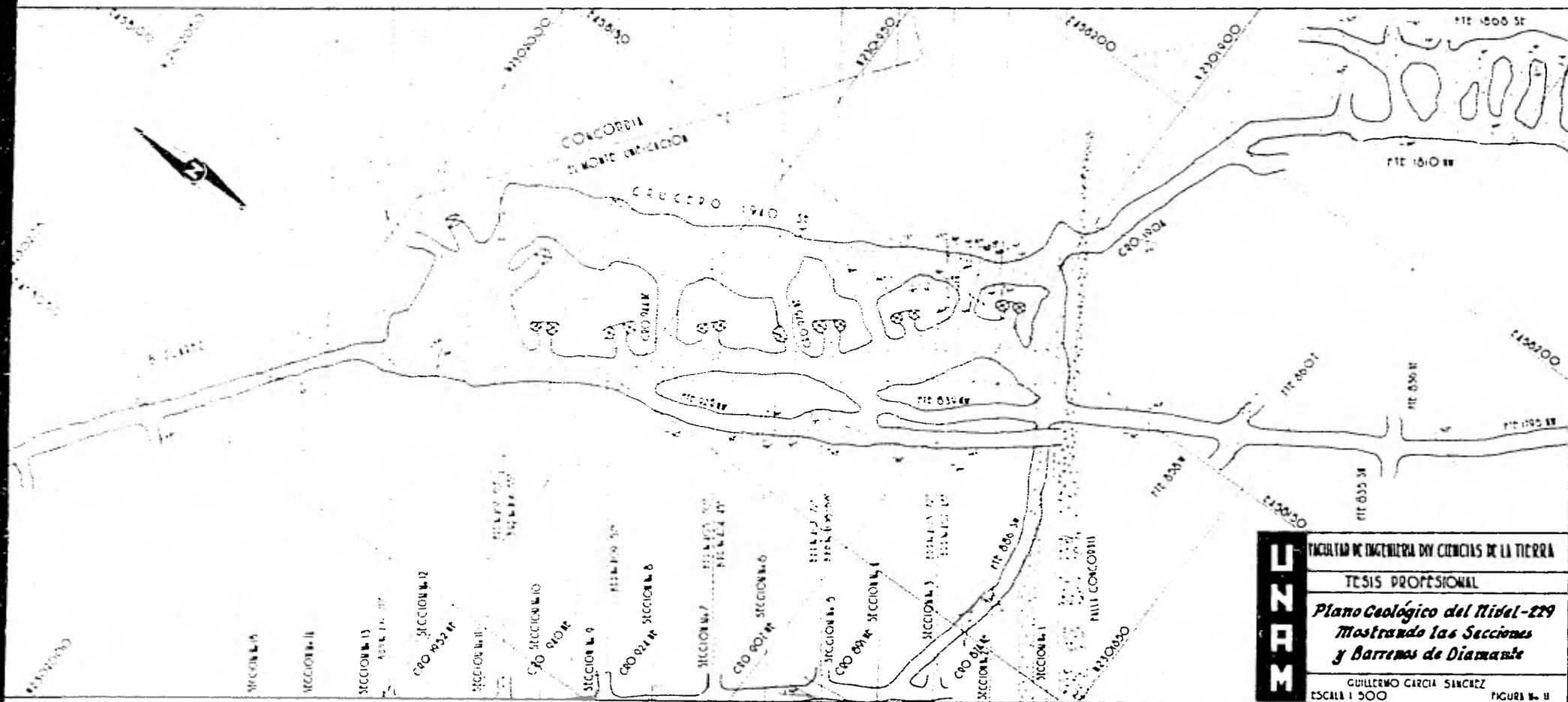
Se compararon los resultados de la planta de beneficio y los muestreos de canal, correspondientes a los últimos cinco años, observándose que estos últimos eran más altos en un 20 por ciento, por lo que se hizo necesario realizar un descuento adicional del mismo orden, para obtener resultados comparables.

Para el cálculo de las reservas se hizo un balanceo por líneas de muestreo y luego un balanceo de cada nivel o subnivel para cada una de las 15 secciones que se realizaron cada 10 mts, apoyándose en la información de los barrenos a diamante y las obras conocidas. *Fig. No. 11.*

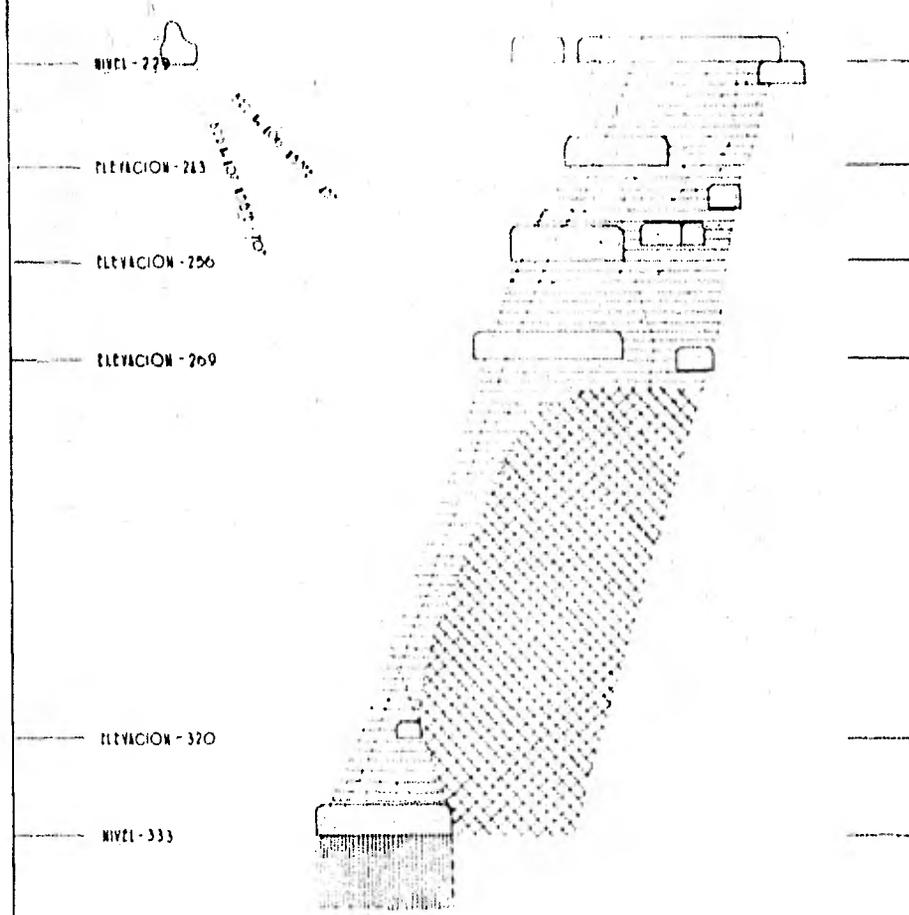
2. CALCULO DE RESERVAS

Para este cálculo se marcó en las secciones (*Fig. #12*), las zonas costeables conocidas, para cuantificar el volumen, se procedió a planimetrar las áreas y multiplicarlas por el intervalo entre secciones que representan, descontando las obras ya minadas y luego se multiplicó por 2.8 ton/m³ que es el peso específico obtenido por pruebas realizadas en el laboratorio, y así se calculó el tonelaje.

¹/₁ McKinstry, 1970



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS DE LA TIERRA
	TESIS PROFESIONAL
	<i>Plano Geológico del Nivel-229 Mostrando las Secciones y Barrenos de Diamante</i>
	GUILLERMO GARCÍA SÁNCHEZ ESCALA 1:500 FIGURA N. 11



LEYENDA
 [Horizontal lines] WATER TABLE
 [Vertical lines] WATER TABLE
 [Cross-hatch] WATER TABLE

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS DE LA TIERRA

TESIS PROFESIONAL

Sección Geológica para el Cálculo de Reservas de Concordia NW.

GUILLERMO GARCÍA SÁNCHEZ
 ESCALA 1:500 FIGURA N. 12

Nomenclatura de los Bloques:

Mineral Probado. Es el mineral que tiene suficiente información a intervalos cortos y para el cual el carácter geológico es tan bien definido que el tamaño forma y contenido del block se estima con una certeza de 85% o más.

Mineral Probable. Se consideró así al mineral para el cual su tonelaje y ley se estiman en parte con medidas y muestreos específicos y en parte a proyecciones a distancias razonables con base en evidencias geológicas con una probabilidad de continuación de la mineralización de al menos el 70% y considerando 10 m abajo o arriba del nivel accesible.

Mineral Indicado. Es el mineral que se indica principalmente de amplios conocimientos geológicos del depósito y para el cual se cuenta con información derivada de barrenos de diamante, y que por el momento puede no ser costeable.

De lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados.

	Tonelaje	Ag. (g/t)	Pb. (%)	Zn. (%)	Cu. (%)
Mineral Probado	550 650	150	1.00	1.60	0.60
Mineral probable	54 500	121	0.89	1.71	0.50
Mineral Indicado	694 850	92	0.43	1.17	0.33

Ver figura No. 13

En octubre de 1981 la cotización de los metales que se utilizó para el cálculo

3020

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS DE LA TIERRA

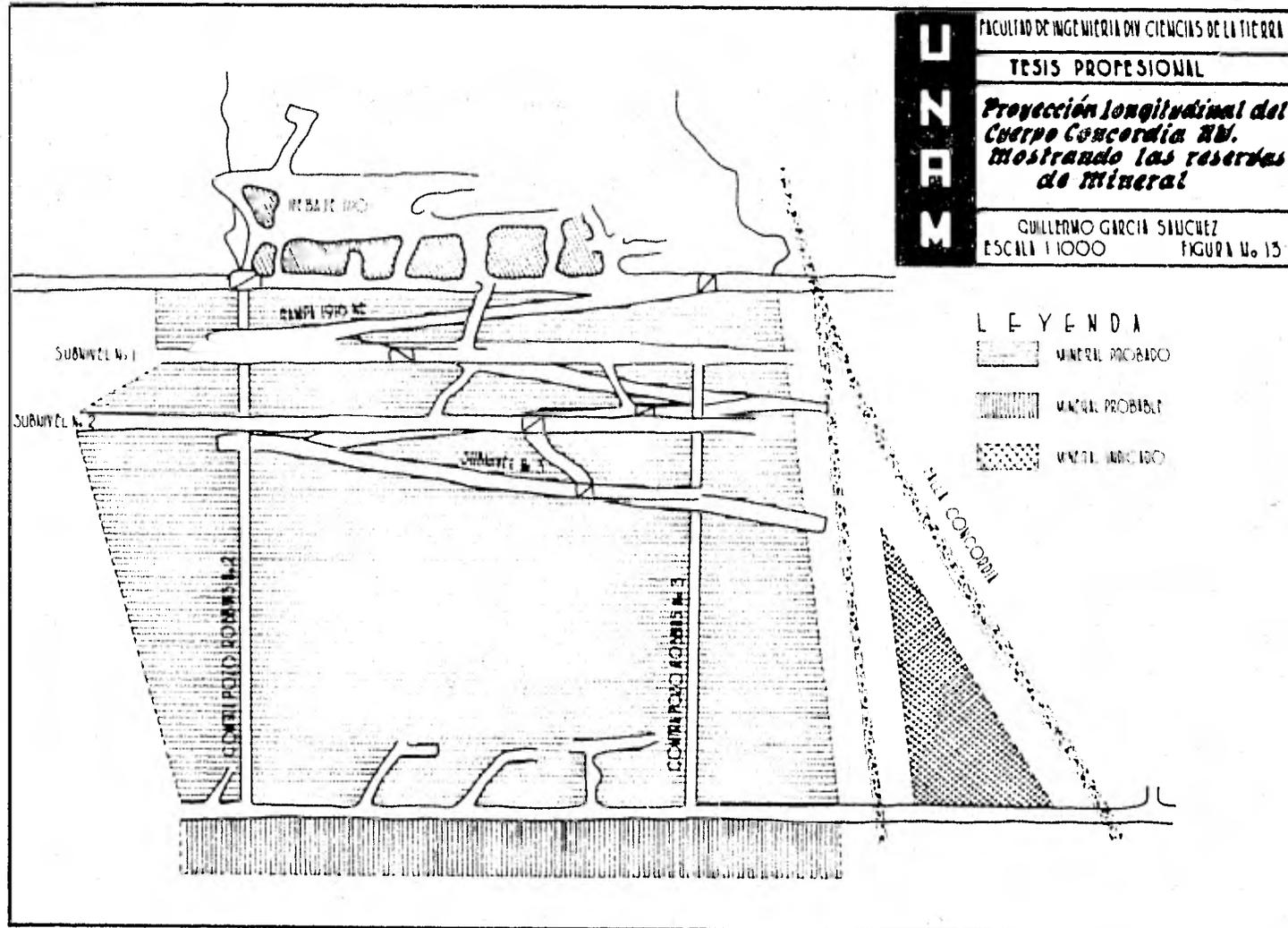
TESIS PROFESIONAL

*Proyección longitudinal del
Cuerpo Concordia Hb.
Mostrando las reservas
de Mineral*

GUILLERMO GARCIA SAUCHEZ

ESCALA 1:1000

FIGURA No. 15



LEYENDA

-  MINERAL PROBADO
-  MINERAL PROBABLE
-  MINERAL INDICADO

de las Reservas fue:

<i>Substancia</i>	<i>Cotización</i>	
	<i>Dólares</i>	<i>Unidad</i>
Plata	10.00	Onza Torreón
Plomo	0.36	Libra Torreón
Zinc	0.431	Libra torreón
Cobre	0.90	Libra S.L.P.
Cadmio	2.00	Libra Torreón

Cálculos Metalúrgicos

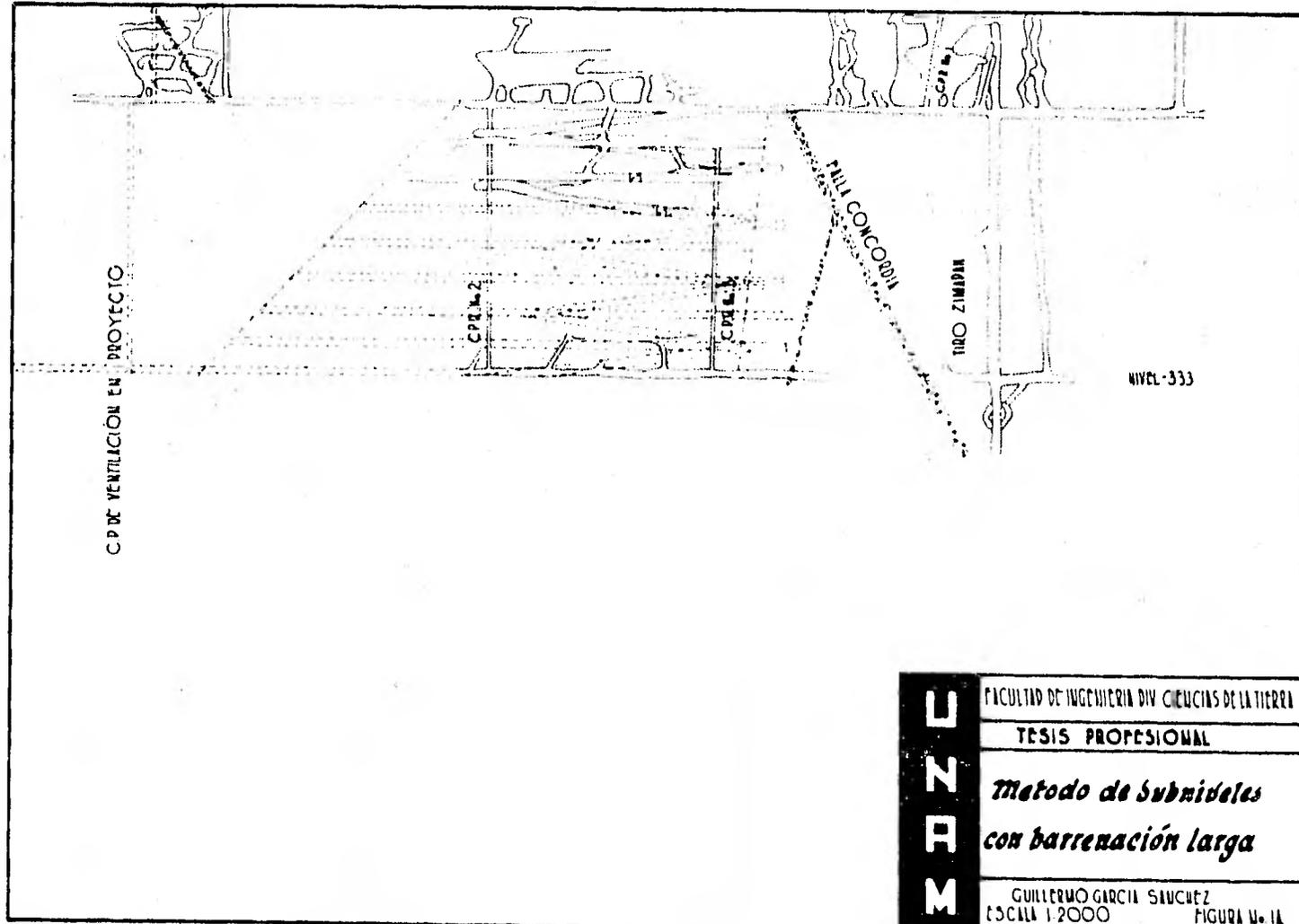
Estos cálculos permiten conocer los contenidos y la recuperación pagables de cada elemento para su liquidación.

En los concentrados de Pb y Cu, solo son pagables los contenidos recuperables de Ag, Pb y Cu.

En el concentrado de Zn, son pagables los contenidos recuperables de Zn, Cd y cuando pasa de 150 grs. de Ag se paga la diferencia liquidando el 60% de esta. (Ver proforma de liquidación de Zn en pagos por tonelada).

4. SISTEMAS DE EXPLOTACION Y BENEFICIO

Debido al echado de 70° y la forma tabular del cuerpo se escogió el método de subniveles en barrenación larga, que es uno de los de mayor productividad, ya que por cada metro de barrenación se tumban 2.5 toneladas. La variante de nivel de acarreo abierto se utilizará, debido a que, facilita la extracción del mineral. Ver figura No. 14



M E Z C	FACULTAD DE INGENIERIA DIV. CIENCIAS DE LA TIERRA
	TESIS PROFESIONAL
	<i>Metodo de Subniveles con barrenación larga</i>
	GUILLERMO GARCIA SIUCHEZ ESCALA 1:2000 FIGURA N. 14

COMPAÑIA FRESNILLO, S. A.

UNIDAD EL MONTE

REPORTE METALURGICO

MES DE _____ DE 19 _____

MINERAL SULFUROS

PESOS METRICOS SECOS

DESCRIPCION	PESO SECO Toneladas	ENSAYES POR TONELADA						CONTENIDOS					DISTRIBUCION DE PORCENTAJES DE RECUPERACION				
		Gramos Por Cienlo						Kilos		Toneladas							
		ORO	PLATA	PLOMO	ZINC	COBRE	INSOL	ORO	PLATA	PLOMO	ZINC	COBRE	ORO	PLATA	PLOMO	ZINC	COBRE
TOTAL UNIDAD EL MONTE.																	
MINERAL MOLIDO	185 000	0.06	150	1.00	1.60	0.60	11,100	27 750,000	1 850,000	2 960,000	1 110,000						
CONCENTRADO DE PLOMO	5 710	0.80	2 297	23.50	1.46	2.90	4,563	13 117,425	1 341,805	83,472	165,390	41.11	47.27	72.53	2.82	14.90	
CONCENTRADO DE COBRE	2 648	0.77	2 916	4.17	1.65	21.00	2,051	7 722,825	110,445	43,808	556,110	18.48	27.83	5.97	1.48	50.10	
CONCENTRADO DE ZINC	3,899	0.25	164	0.51	44.15	1.85	0,959	641,025	19,960	1 721,240	72,261	8.64	2.31	1.08	58.15	6.51	
TOTAL CONCENTRADOS																	
RESIDUOS FINALES PDR ENSAYE	172 743	0.02	36	0.22	0.64	0.18	3,527	6 268,725	377,770	1 111,480	316,239	31.77	22.59	20.42	37.55	28.49	
DISTRIBUCION DEL MINERAL Y PRODUCCION OBTENIDA.																	
MINA EL MONTE																	
MINERAL MOLIDO																	
CONCENTRADO DE PLOMO																	
CONCENTRADO DE COBRE																	
CONCENTRADO DE ZINC																	
COLAS FINALES																	
MINA EL CARIZAL																	
MINERAL MOLIDO																	
CONCENTRADO DE PLOMO																	
CONCENTRADO DE COBRE																	
CONCENTRADO DE ZINC																	
COLAS FINALES																	

OBSERVACIONES _____

ZIMAPAN, HGO. _____ DE 19 _____

ORIGINAL
C. C.
C. C.

DEBERENCIA
OFICINA DE MEXICO
SUITE DE DEBER DE MINA.

Meturgie

El cuerpo Concordia se ha dividido en 8 subniveles con blocks de 10 m. cada subnivel se amplía por medio de máquinas de pierna neumática y se rezaga con cargador frontal.

Sistemas de Explotación. Las obras de preparación necesarias para utilizar el método propuesto son las siguientes:

1. Hacer un contrapozo de servicios en tepetate al alto del cuerpo
2. Se amplían los subniveles en metal.
3. Se desarrollan contrapozos de ventilación y otros como chorreadero y dos contrapozos en los extremos para abrir las ranuras.

Las obras de preparación se inician con la rampa desde el nivel -229 hacia abajo, en esta forma a medida que se llega a la altura de cada subnivel, se da un crucero hacia el alto del cuerpo y de inmediato se puede empezar con la ampliación, teniendo la misma rampa como acceso para los cargadores frontales, equipo y servicios. Estos trabajos se desarrollan en forma conjunta con la ampliación del nivel -333, desarrollando las frentes de acarreo y extracción así como una rampa ascendente.

Una vez dadas todas las obras de preparación se inicia la explotación a partir del subnivel inferior dando barrenos paralelos de piso de 9 m de longitud utilizando máquinas Wagon Drill.

Como en el tumba se emplea el sistema de nivel de acarreo abierto, la carga cae directamente al nivel de acarreo.

Sistema de Beneficio

El sistema de beneficio en la mina El Monte-San Francisco es un proceso de flotación selectiva; a grosso modo se sintetiza de la siguiente forma: después

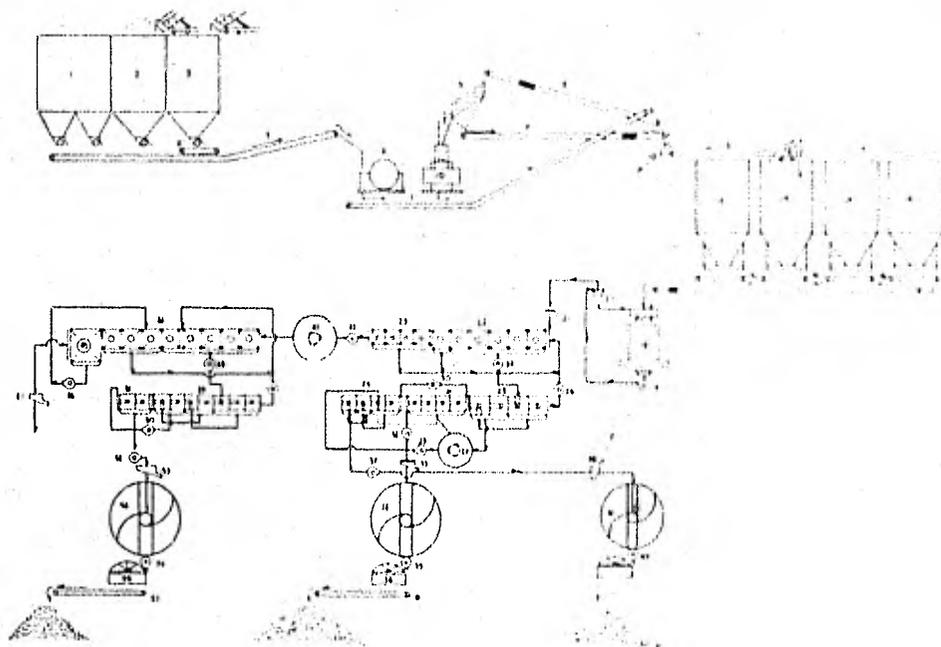
de que el mineral es extraído de la mina pasa a la sección de quebraduras, de esta sale a la sección de molienda para después comenzar a flotar el plomo en tanques agotativos, posteriormente, de la 2a. limpia de plomo se comienza a flotar en otros tanques el cobre y finalmente el zinc de las colas del plomo; en la figura No. 15 se muestra el diagrama de flujo de la planta de beneficio.

Los concentrados de plomo y zinc son enviados a Torreón, Coahuila y el cobre a San Luis Potosí, para su tratamiento efectivo.

5. EVALUACION ECONOMICA DEL CUERPO CONCORDIA NW

Para esta evaluación solo se consideró el mineral probado, los valores unitarios se calcularon aprovechando proformas de liquidación de concentrados (Pb, Zn y Cu) elaborados con base a el presupuesto de producción para el año de 1982.

Después de observar las liquidaciones de concentrados notamos que los concentrados de Pb y Cu reportan utilidades y que el Zn arroja pérdida; pero en ciertos casos, algunas compañías por ser filiales de otras tienen una cuota de producción, y esta tiene que ser cubierta aun y cuando ese elemento no aporte utilidades a la compañía.



- 1. TUBERIAS DE ALIMENTACION
- 2. TUBERIAS DE VENTILACION
- 3. TUBERIAS DE VENTILACION
- 4. TUBERIAS DE VENTILACION
- 5. TUBERIAS DE VENTILACION
- 6. TUBERIAS DE VENTILACION
- 7. TUBERIAS DE VENTILACION
- 8. TUBERIAS DE VENTILACION
- 9. TUBERIAS DE VENTILACION
- 10. TUBERIAS DE VENTILACION
- 11. TUBERIAS DE VENTILACION
- 12. TUBERIAS DE VENTILACION
- 13. TUBERIAS DE VENTILACION
- 14. TUBERIAS DE VENTILACION
- 15. TUBERIAS DE VENTILACION
- 16. TUBERIAS DE VENTILACION
- 17. TUBERIAS DE VENTILACION
- 18. TUBERIAS DE VENTILACION
- 19. TUBERIAS DE VENTILACION
- 20. TUBERIAS DE VENTILACION
- 21. TUBERIAS DE VENTILACION
- 22. TUBERIAS DE VENTILACION
- 23. TUBERIAS DE VENTILACION
- 24. TUBERIAS DE VENTILACION
- 25. TUBERIAS DE VENTILACION
- 26. TUBERIAS DE VENTILACION
- 27. TUBERIAS DE VENTILACION
- 28. TUBERIAS DE VENTILACION
- 29. TUBERIAS DE VENTILACION
- 30. TUBERIAS DE VENTILACION
- 31. TUBERIAS DE VENTILACION
- 32. TUBERIAS DE VENTILACION
- 33. TUBERIAS DE VENTILACION
- 34. TUBERIAS DE VENTILACION
- 35. TUBERIAS DE VENTILACION
- 36. TUBERIAS DE VENTILACION
- 37. TUBERIAS DE VENTILACION
- 38. TUBERIAS DE VENTILACION
- 39. TUBERIAS DE VENTILACION
- 40. TUBERIAS DE VENTILACION
- 41. TUBERIAS DE VENTILACION
- 42. TUBERIAS DE VENTILACION
- 43. TUBERIAS DE VENTILACION
- 44. TUBERIAS DE VENTILACION
- 45. TUBERIAS DE VENTILACION
- 46. TUBERIAS DE VENTILACION
- 47. TUBERIAS DE VENTILACION
- 48. TUBERIAS DE VENTILACION
- 49. TUBERIAS DE VENTILACION
- 50. TUBERIAS DE VENTILACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
*Diagrama de Típo de la
 Planta de Beneficio de
 la Mina San Francisco*
 GUILLERMO GARCIA SANCHEZ
 SE ESCALA FIGURA N. 15

CIA _____

37

UNIDAD _____

Tons Secas 3 899
 Humedad _____

CONCENTRADOS DE Zinc

Mes de _____
 Cambio 45.00

Cotizaciones

Plata	10.00 Oz
Zinc	0.431 lb
Cadmio	2.00 lb

E N S A Y E S

Au Gr	Ag Gr	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	Cd %
	164		44.15			0.50

PAGOS POR TONELADA

Ag 164 - 150 = 0.014 Kg 60% = .0084	Kg a \$	300.828	\$	2.53
Zn 44.15% - 8 unidades = 361.5	Kg a \$	90.347	\$	326.60
Cd 0.5% X 60% = 3.0	Kg a \$	3.307	\$	9.92

Valor en
Dolares

339.05

D E D U C C I O N E S

Tratamiento Base \$	+	Dif. de Precio :	\$	205.60
Escalador fuerza electrica \$ 156.17	x 44.15	Ensaye Zn	\$	68.95
Castigo			\$	6.00
Merma estimada 1.5%			\$	0.97
Flete de _____ a _____		Por	\$	
Tan. Metrica			\$	31.59
Flete a estacion Torreón		Por tan seca	\$	10.12
Miscelaneos: Repr. _____		Tercerias y maniobras	\$	0.80
Flete Fronterizo _____			\$	

324.03

IMPUESTO DE PRODUCCION

Ag	0.0084	Kg a \$	28.9356	\$	0.24
Zn	361.5	Kg a \$	0.0725	\$	26.21
Cd	3.0	Kg a \$	0.3087	\$	0.93
				\$	27.38

27.30

Valor bruta	1 321 955.90
Gastos de Venta	1 370 147.50
Valor Neto	(48 191.60)

3.899

Gastos de Venta
 Valor neto por tonelada
 Tons a: \$ (12.36)

\$	351.41
\$	(12.36)
\$	(48,191.64)

SUBSIDIO 2%

Contenido Kgr.
 Contenido Subsidiaria 100%
 Cuota Percep. por Kgr.
 Percepcion Neta Federal

Ag	Zn	Cd
0.014	36.50	3.00
\$ 6.4301	\$ 0.0207	\$ 0.0882
\$ 0.090	\$ 7.48	\$ 0.26
	Total por tan	\$ 7.83
	98%	\$ 7.67

Fecha _____

Calculada por _____

$7.67 \times 3,899 \times 45.00 = 1 346 336.30 \text{ 00/100M.N}$

Estado de Resultados de Producción Año 1982

Mineral Molido 185 000 toneladas

Valor de la Producción Miles de Pesos

Valor Bruto 419 700

Mas: Subsidio (2%) + 9 214
428 914

Menos Gastos de Venta - 159 724

Valor neto 269 190

Costo de Operación

Mina 78 778

Molino 30 210

Gastos Generales 18 908

Depto de Servicios 4 869

Previsión Social 20 335

T o t a l 153 100

Utilidad de Operación 116 090

Cargos Indirectos

Depreciación, Amortización y Agotamiento 14 661

Reserva para retiro de personal 2 132

Total Cargos Indirectos 16 793

Utilidad antes de Ingresos Varios 99 297

Ingresos varios 10

Utilidad de Producción \$99 307
=====

La utilidad de producción no es lo redituable que se esperaba, tomando en cuenta los costos de operación y beneficio, pero hay que tomar en cuenta que la mina está en etapa de preparación, al terminar esta etapa los costos bajan notablemente y así las utilidades aumentan.

Cálculo de los Valores Unitarios de Mineral

Para 1982

Concentrado de Plomo

	Ag	Pb	Cu	T o t a l
Pagos por tonelada	691,00	133,28	20,89	845,17
Impuesto de Producción	<u>-66,46</u>	<u>-12,22</u>	<u>-3,33</u>	<u>-82,01</u>
	624,54	121,06	17,56	763,16
Subsidio	<u>+14,47</u>	<u>+ 3,41</u>	<u>+0,94</u>	<u>18,82</u>
	639,01	124,47	18,50	781,98
Tratamiento, fletes	<u>-125,53</u>	<u>-24,46</u>	<u>-3,67</u>	<u>-153,66</u>
Valor neto en concentrado	513,48	100,01	14,83	628,32
Ensayes en concentrado	2 297 Gr	23,50%	2,90%	
Valor por unidad en concentrado	22,35/100 Gr	4,26%	5,11%	
Recuperación del Mineral	47,27%	72,53%	14,90%	
Valor Unitario	10,565/100 Gr.	3,09%	0,76%	

Cálculo de Valores Unitarios del Mineral

Para 1982

Concentrado de Zinc

	Ag	Zn	Cd	T o t a l
Pagos por tonelada	2.53	326.60	9.92	339.05
Impuesto de Producción	<u>-0.24</u>	<u>-26.21</u>	<u>-0.93</u>	<u>-27.38</u>
	2.29	300.39	8.99	311.67
Subsidio	<u>+0.09</u>	<u>+7.33</u>	<u>+0.25</u>	<u>+7.67</u>
	2.38	307.72	9.24	319.34
Tratamiento, Fletes	<u>-2.41</u>	<u>-312.24</u>	<u>-9.38</u>	<u>-324.03</u>
Valor neto en concentrado	-0.03	- 4.52	-0.14	- 4.69

Valor agregado

Ensayes del concentrado

Valor por Unidad en concentrado

Recuperación de Mineral

Valor Unitario

Cálculo de los Valores Unitarios del Mineral

Para 1982

Concentrado de Cobre

	Ag	Pb	Cu	T o t a l
Pagos por tonelada	829.08	4.67	366.70	1 200.45
Impuesto de producción	<u>-79.75</u>	<u>-1.49</u>	<u>-27.36</u>	<u>-108.60</u>
	749.33	3.18	339.34	1 091.85
Subsidio	<u>+17.36</u>	<u>+0.41</u>	<u>+ 7.67</u>	<u>+ 25.44</u>
	766.69	3.59	347.01	1 117.29
Tratamiento y fletes	<u>-141.50</u>	<u>-0.66</u>	<u>-64.05</u>	<u>- 206.21</u>
Valor neto en concentrado	625.19	2.93	282.96	911.08
Ensayes del concentrado	2 916 Gr	4.17%	21.00%	
Valor por unidad de Concentrado	21.44/100 Gr.		0.70	13.47%
Recuperación del Mineral	27.83%	5.97%	50.10%	
Valor Unitario	5.967/100 Gr.	0.04%	6.74%	

En Resumen

Valores Unitarios

Elemento	Dólares
Ag	16.532/100 Gr.
Pb	3.13/%
Cu	7.50/%

Los valores unitarios para cada elemento son los valores por grano de Ag, por ciento de Pb y Cu, los cuales multiplicados por las leyes correspondientes de un bloque de mineral y sumando los productos resultantes dan el valor por tonelada de mineral; además nos permiten decidir si ese mineral se incluye o no en las reservas del mineral.

En general el bloque Concordia NW(N)-229 al (N)-333 es un mineral que cubre la totalidad de sus gastos de operación, incluyendo depreciación, amortización y además reporta utilidad.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES

- a. Los datos recopilados en la mina El Monte-San Francisco proporcionan los argumentos suficientes para concluir que la mineralización del Cuerpo Concordia tiene su origen en un remplazamiento metasomático.
- b. La composición físico-química del skarn permitió el emplazamiento de los sulfuros en mayor proporción en la periferia del cuerpo, por lo que la concentración del mineral es mayor al alto y bajo, y las zonas menos ricas se localizan al centro del mismo, ya que están mineralizadas en el fracturamiento, siendo el más importante el orientado a rumbo del cuerpo.
- c. La evaluación económica de la explotación del Cuerpo Concordia indica que este bloque de mineral es económicamente explotable, ya que cubre la totalidad de sus gastos de operación, incluyendo depreciación, amortización y además reporta utilidades.
Este cuerpo mineral está en etapa de preparación, por lo que los costos de operación son altos; al terminar esta etapa los costos bajarán y la utilidad será mayor.

2. RECOMENDACIONES

- a. Debido a la falta de información sobre los cuerpos mineralizados, es conveniente elaborar un remapeo de superficie más a detalle, escala 1:5 000, para analizar el potencial de la zona El Monte.
- b. Dado el mayor contenido de plata en el concentrado de cobre, se hace necesario realizar un estudio mineragráfico que defina la paragénesis de la mineralización y su sucesión mineralógica, con objeto de mejorar las recuperaciones.

- c. En base a la experiencia que se tiene en El Carrizal con los horizontes de caliza masiva que controlan la mineralización, sería adecuado con base en observaciones de mina, analizar que miembros de la Formación Doctor son más favorables para su reemplazamiento por sulfuros.
- d. Seguir explorando el Cuerpo Concordia de niveles -333 hacia el nivel -433 ya que a la fecha se desconoce si será costeable su explotación.
- e. Desarrollar la rampa fuera del Cuerpo Concordia N W para aprovechar al máximo la explotación del cuerpo.
- f. Investigar y formular más hipótesis acerca del origen de la mineralización, ya que hasta la fecha no hya mas trabajos que el presente. Entre más se conozcan estos procesos, será mayor el potencial de la zona El Monte.

ANEXO PETROGRAFICO

a. Muestra AD - 412-3 + 1 /

1. Datos de campo

Localización: Pueblo El Dedho, camino al Carrizal.

Afloramiento: caliza estratificada de color negro con nódulos de pedernal; con vetillas de calcita perpendiculares a la estratificación.

2. Descripción macroscópica

Color: negro

Fractura: Superficies más o menos planas

Textura: Grano fino

3. Descripción microscópica

Mineralogía: Calcedonia 60%, tamaño de granos menos de 0.006 mm

Materia orgánica 20%; se encuentra diseminada en la muestra

Calcita 15%, el tamaño de los granos varía de 0.006 a 0.8 mm

Dolomita 5%, los granos son menores de 0.78 mm

Textura: cristales de dolomita dentro de una matriz de grano muy fino de calcedonia y materia orgánica, con fracturas rellenas de calcita.

4. Conclusión.

Origen: Esta roca es de un ambiente sedimentario marino, posiblemente el color negro se deba al contenido de materia orgánica.

5. Clasificación. Nodulo de pedernal del Miembro La Negra Ki

1 /Todas las muestras con el símbolo + fueron tomadas durante las prácticas de la Experiencia de Globalización, del Aprendizaje de Ingeniería Geológica (1978) y ahora pertenecen a la Colección de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

b. Muestra B1 - 413-6 +

1. Datos de campo

Localización: Dedho camino al "Carrizal"

Afloramiento: Presenta una caliza estratificada con intercalaciones de lutita. Este afloramiento está en el arroyo que formó la Falla del Malacate".

2. Descripción macroscópica.

Color: El color de la roca es negro.

Fractura: Superficies casi planas

Textura: Laminar de grano fino con vetillas de calcita

Formas de Intemperismo: Disolución y precipitación de CaCO_3 en fracturas.

Mineralogía: No se aprecia por lo fino del grano

3. Descripción microscópica

Mineralogía	%	tamaño
Calcita	95%	< 0.06 mm
Materia Orgánica	5%	0.0048 mm a 54 mm

Textura: Laminar de grano fino con vetillas de calcita.

4. Conclusión

Origen: Esta roca es de ambiente sedimentario marino.

La presencia de fósiles sugiere que esta roca fue formada en un ambiente somero, dadas las condiciones de vida de estos organismos.

5. Clasificación. Biomicrita de Foraminíferos 1 / (Horizonte de caliza masiva del Miembro La Negra Ki)

c. Muestra HRB-B3-412-4 +

1. Datos de Campo

Localización. Barranca del Carrizal cerca del contacto entre la caliza y un cuerpo ígneo.

Afloramiento: Caliza estratificada con bandas de pedernal blanco próximo al contacto con la caliza masiva.

2. Descripción macroscópica

Color: En el centro de la muestra presenta un color blanco, mientras que en la periferia un color negro.

Fracturamiento: Laminar en la parte negra e irregular en la parte blanca.

Textura: grano muy fino.

Formas de Intemperismo. Disolución.

Mineralogía. Cuarzo, calcita y materia orgánica.

3. Descripción microscópica.

Mineralogía	%
Cuarzo	60
Calcita	31
Materia orgánica	< 3
Clorita	< 3
Wollastonita	< 3

Textura: Mosaico de cuarzo y calcita, con fracturas rellenas de calcita.

1 / Folk R. 1974

Conclusión

Origen: Esta roca es de origen sedimentario marino, el color blanco del pedernal se debe a que la roca fue afectada por soluciones hidrotermales ricas en Ca, Mg y Fe, en la cual hubo una interacción de estos componentes con la roca, y de ahí la poca cantidad de wollastonita y clorita, la temperatura de estas soluciones afectó a la materia orgánica hasta casi desaparecerla.

5. Clasificación Caliza con Pedernal blanco

d. Muestra GGS - B2 - 412-1 +

1. Datos de Campo

Localización: "Puerto Bufay", camino al "Carrizal"

Afloramiento: Se presenta una caliza estratificada muy plegada y fracturada con vetillas de calcita y con bandas de pedernal gris interestratificada con lutitas, presenta fracturas rellenas de óxido de Fe.

2. Descripción macroscópica.

Color: café grisáceo

Fractura: En lascas y en la zona de lutitas crucero pizarroso

Textura: Laminar de grano fino

Formas de Intemperismo: Disolución y Oxidación

Mineralogía: Calcita, arcillas, pirolusita y hematita.

3. Descripción microscópica.

Mineralogía	%	tamaño
Arcilla	45	0.0058 mm
Calcita	25	0.023 a 0.09 mm
Cuarzo	10	0.029 a 0.042 mm
Materia Orgánica	10	0.024 a 0.036 mm
Limonita	8	0.023 mm
Pirolusita	3	dendritas

Textura: de grano muy fino en mosaicos de calcita, arcilla y materia orgánica.

4. Conclusión.

Origen: Esta roca es de un ambiente sedimentario marino.

5. Clasificación: Marga o lutita calcárea

e. Muestra GGS - B3 - 413-3+

1. Datos de campo

Localización: Barranca del Carrizal

Afloramiento: Se observa un desprendimiento del "Intrusivo Carrizal" intrusionando calizas estratificadas del miembro "La Negra", en el contacto de estas rocas se colectó la muestra.

2. Descripción macroscópica

Color: Verde amarillento

Fractura: Irregular

Textura: de granoblástica a porfidoblástica

Formas de Intemperismo: Oxidación y disolución

Mineralogía: Granate, calcita, wollastonita, arcillas, pirolusita, pirita, y hematita.

3. Descripción Microscópica

Mineralogía	%	tamaño
Granate	35	0.12 a 1.5mm
Calcita	17	0.01 a 0.60 mm
Wollastonita	13	0.006 a 1.00 mm
Diópsida	12	0.036 mm
Epidota	9	0.03 a 0.12 mm
Clorita	5	0.03 a 0.32 mm
Cuarzo	2	< 1.1 mm

Existen otros minerales como feldspatos, vesuvianita y clinozoisita en menores porcentajes.

Textura: Porfidoblástica donde los granates varían de formas subedrales a anedrales, la diópsida se encuentra en fracturas y algunas veces dentro de granates.

La matriz se compone principalmente de calcita, clorita y epidota.

4. Conclusiones

Origen: roca metamórfica producida por un metasomatismo hidrotermal.

Aquí las soluciones calientes permitieron la formación de nuevos minerales en lo que originalmente fue la roca encajonante (caliza).

La probable fuente de SiO_2 se puede considerar que fue el pedernal o emanaciones hidrotermales, y para el aluminio, magnesio y hierro fue el cuerpo ígneo, que se silicificó y perdió componentes de sus minerales

ferromagnesianos y de los feldespatos.

5. Clasificación: Skarn

f. Muestra GGS - B2 - 412 - 4 +

1. Datos de Campo

Localización: Barranca del Carrizal

Afloramiento: Se observa un dique que intrusión a las calizas de miembro La Negra Ki

2. Descripción macroscópica

Color: El color varía de gris a gris verdoso

Fractura: Irregular

Textura: Porfídica

Formas de Intemperismo: feldespatización y silicificación

Mineralogía: Cuarzo, feldespatos, granate, calcita, arcilla, pirita, goethita y hematita.

3. Descripción microscópica

Mineralogía	%	tamaño
Oligoclasa	29	0.05 a 0.6 mm
Ortoclasa	17	0.04 a 0.6 mm
Cuarzo	12	0.21 a 0.58 mm
Diópsida	8	0.23 mm
Wollastonita	13	0.02 mm
Clorita	4	0.83 mm

Clinzoicita	4	0.05 a 6 mm
Epidota	4	0.07 a 0.52 mm
Arcillas	< 11	

Textura: Porfídica y en la matriz traquítica

Se observan fenocristales de ortoclasa sobrepuestos en la matriz lo que indica un origen secundario, al igual que la diópsida.

Los fenocristales primarios son de oligoclasa zonificada.

El cuarzo es en su mayor parte de origen secundario y se encuentra remplazando a las plagioclasas y en forma de vetillas.

4. Conclusión

Origen: Esta roca es de origen ígneo intrusivo

5. Clasificación: Monzonita alterada hidrotermalmente.

g. muestras Zm 1 a 4 +

1. Datos de campo

Localización: Mina San Francisco

Afloramiento: Muestras tomadas en el interior de la mina en la zona de contacto entre el Dique Concordia y las Calizas.

2. Descripción macroscópica

Color: Verde pálido a amarillo

Textura: De grano fino

Fractura: Irregular

Mineralogía: Cuarzo, granate y sulfuros de Zn, Fe, Cu y Pb.

3. Descripción microscópica

Mineral	%	tamaño
Calcita	55	0.250 mm
tremolita	7	0.410 mm
sulfuros	12	En fracturas
cuarzo	8	0.80 mm
Materia orgánica	7	Diseminados
Arcilla	7	Diseminados
Wollastonita	4	0.25 mm

Textura: Granoblástica con bandas de arcilla, cuarzo y materia orgánica, la wollastonita y las arcillas se encuentran sobrepuestas a la matriz y orientados a lo largo de la dirección de las deformaciones. La textura muestra que fueron introducidas durante el período de metasomatismo que formó la roca.

4. Conclusión

Origen: Estas muestras son producto de un metasomatismo hidrotermal de alta temperatura sobre una caliza, que ha sido enriquecida en elementos como Al, Fe, Mg y SiO₂

Las bandas que presenta son segregación durante el proceso metasomático y no necesariamente reflejan una estratificación original.

5. Clasificación. táctica.

h. muestras M-2 (a, b y c) +

1. Datos de Campo

Localización: Mina San Francisco

Afloramiento: Dique Concordia

2. Descripción macroscópica

Color: De gris a gris verdoso

Fractura: Irregular

Textura: Fanerítica de grano fino

Mineralogía: Feldespatos, cuarzo, fluorita morada, pirita, calcopirita y galena.

3. Descripción microscópica

Textura: Porfídica con matriz microcristalina

Minerales: Primarios

Mineral	%	tamaño
Sanidino	80	1,5 a 3,3 mm fenocristales en la matriz
Oligoclasa	15	0,9 mm

Minerales accesorios

biotita reemplazada por sericita en la matriz, calcita, esfena y cuarzo en la matriz.

Minerales secundarios

Sericita muy abundante como alteraciones de los feldespatos y asociada a calcita y minerales opacos alojados en vetillas de cuarzo.

Calcita, cuarzo, fluorita son muy abundantes en la matriz de grano fino y augita algo cloritizada en la matriz.

4. Conclusión

Origen: La roca ha sido sometida a un proceso metasomático hidrotermal,

con la producción de sericita, calcita y cuarzo en la roca original.

El alto contenido de calcita implica una fugacidad muy fuerte de CO_2 en la solución, producida por la roca encajonante (caliza).

La presencia de sulfuros en la roca implica la adición de azufre al sistema ya sea contemporáneo a la alteración o inmediatamente después.

5. Clasificación

Monzonita alterada hidrotermalmente.

BIBLIOGRAFIA

1. "Geología y Yacimientos Minerales del Distrito Minero de Zimapán, Hidalgo"
SIMONS, Frank S., Mapes V. Eduardo
Boletín No. 40 Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Minerales, 1957.
2. "Ore Deposits"
PARK Jr. Charles F. and MacDiamid Roy A.
Ed. W. H. Freeman and Company, 2a. Edición, 1964 San Francisco
3. "Exploration and Development at the La Negra Mine. Maconi Querétaro, México".
GAYTAN Ruedo José Eligio. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad de Arizona. 1975.
4. Apuntes de la Experiencia de Globalización del Aprendizaje de Ingeniería Geológica.
(E.G.A.I.G.) Notas no publicadas.
UNAM, 1978.
5. McKinstry, Hugh Exton, Geología de Minas, 1970. Ediciones Omega, S.A. Barcelona
6. S. Burt - V. Petersen. Características Generales de Yacimiento en Skarn 1972. Tesis de Doctorado de D. Burt modificada por V. Petersen, Universidad de Harvard.
7. Navarro Barrera R. Cálculo de Reservas de Mineral. Inédito.