

SISTEMA DE BIBLIOTECAS
Instituto de Investigación de Zonas
Desérticas, UASLP



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

**ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO DE URANIO
DEL "AREA LAS MARGARITAS" EN LA PROVINCIA
URANIFERA DE LA SIERRA PEÑA BLANCA,
MPIO. DE ALDAMA, EDO. DE CHIHUAHUA.**

TRABAJO RECEPCIONAL

Que para obtener el Título de :

INGENIERO GEOLOGO

P r e s e n t a :

JESUS RICARDO MERCADO REYES



DIRECCION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA
 AV. DE LOS POETAS NO. 1 TELEFONO 1-11-88
 SAN LUIS POTOSI, S. L. P. - MEXICO

Enero 7, 1977

Al Pasante Sr. J. Ricardo Mercado Reyes

P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recepcional que deberá desarrollarse en su Examen Profesional de Ingeniero Geologo, al Sr. Ing. Luis García - Gutiérrez. Asi como el Tema propuesto para el mismo es:

"ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO DE URANIO DEL "AREA LAS MARGARITAS" / EN LA PROVINCIA URANIFERA DE LA SIERRA PEÑA BLANCA, MPIO. DE ALDAMA, EDO. DE CHIHUAHUA".

TEMARIO:

- I.- GENERALIDADES
- II.- GEOLOGIA GENERAL
- III.- GEOLOGIA DEL AREA
- IV.- METODOS DE TRABAJO
- V.- GEOLOGIA DEL YACIMIENTO
- VI.- GENESIS DEL YACIMIENTO
- VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VIII.- BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento - con lo especificado por la Ley de Profesiones debe prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

A t e n t a m e n t e .

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA

ING. MAXIMINO TORRES SILVA

A mis Queridos Padres:

Que con su infinita paciencia y comprensión
me ayudaron a seguir el camino.

A mi Querida Esposa:

Por su inapreciable ayuda.

A la Escuela de Ingeniería (U. A. S. L. P.)

A mis Maestros

A mis compañeros

A mis amigos.

A mis Hermanos y mi hijo
con cariño.

AL HONORABLE JURADO

AGRADECIMIENTOS.

El autor desea hacer patente su agradecimiento a las autoridades del INSTITUTO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, por haberme permitido presentar éste trabajo y las facilidades que me concedieron para desarrollarlo como Trabajo Recepcional, por permitir la publicación de los datos geológicos elaborados.

Del mismo modo, presentizo el infinito agradecimiento a los Srs. Ings. Luis Garcia Gutiérrez por haberme asesorado, J. Refugio Acevedo A. y José Santos Martínez por la revisión de éste trabajo, por su asistencia, cooperación, obsevaciones y críticas.

Así mismo expreso mi agradecimiento a todas aquellas personas que en una forma u otra me ayudaron en la realización de éste trabajo.

ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO DE URANIO DEL " AREA MARGARITAS ", EN LA
PROVINCIA URUVITANA DE LA SIERRA PENA BLANCA, MUNI. DE VILLA ALDINA, EDO.
DE CHALANVA.

I.- GENERALIDADES.

- 1.1 - Objetivos.
- 1.2 - Antecedentes.
- 1.3 - Trabajos Previos.
- 1.4 - Localización y Vías de Acceso.
- 1.5 - Fisiografía.
 - a) Geomorfología.
 - b) Hidrografía.
 - c) Clima y Vegetación.
 - d) Economía y Cultura.

II.- GEOLOGIA GENERAL.

- 2.1 - Generalidades.
- 2.2 - Estratigrafía.
- 2.3 - Geología estructural.
- 2.4 - Historia Geológica.
- 2.5 - Mineralogía.

III.- GEOLOGIA DEL AREA.

- 3.1 - Introducción.
- 3.2 - Estratigrafía Local.
- 3.3 - Geología estructural del Area Margaritas.
- 3.4 - Historia Geológica.

IV.- METODOS DE TRABAJO EN EL AREA MINERARIAS.

- 4.0 - Trabajo de campo.
- 4.1 - Levantamiento geológico-superficial radiométrico del área anómala.
- 4.2 - Levantamiento geológico del subsuelo (mina Domitila).
- 4.3 - Perforación sistemática para cubicación de reservas con Sterbic y Long Year.
- 4.4 - Toma de muestras.
- 4.5 - Métodos Geofísicos.
 - a) Método de Trabajo.
 - b) Descripción de los aparatos.
- 4.6 - Trabajo de gabinete.

V.- GEOLOGIA DEL YACIMIENTO.

- 5.1 - Presentación del depósito uranífero.
- 5.2 - Forma y dimensiones del cuerpo uranífero.
- 5.3 - Control estructural de la mineralización.
- 5.4 - Mineralogía.
- 5.5 - Petrografía y petrología.

VI.- GENESIS DEL YACIMIENTO.

- 6.1 - Epoca de actividad ígnea extrusiva (Terciario medio volcánico).
- 6.2 - Formación del cuerpo (fracturas intensas).
- 6.3 - Etapa de mineralización uranífera de tipo hidrotermal.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 7.1 - Conclusiones.
- 7.2 - Recomendaciones.

VIII.- BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.

8.1 - Bibliografía

8.2 - Referencias.

INTRODUCCION.

En la actualidad se desarrolla un intenso programa de exploraciones por minerales radioactivos en el norte de la República Mexicana, dando como resultado un sin número de manifestaciones importantes de yacimientos uraníferos, principalmente en la región central del Edo. de Chihuahua, así como en Sonora, Coahuila y Tamaulipas siendo el Edo. de Chihuahua el que contiene la mayor parte de las reservas de Uranio en el País.

La sierra de Peña Blanca, por su naturaleza geológica y por las diferentes sitios radiométricos descubiertos, se constituye en una provincia uranífera, destacándose como rasgos significativos los yacimientos "El Nopal", y "Las Margaritas", y numerosos cuerpos mineralizados, algunas aún en fase de reconocimiento.

Las manifestaciones uraníferas mas importantes ocurren en la parte basal de una secuencia volcánica terciaria, consistente de una alteración de tobas y derrames, - en la mayor parte de naturaleza riolítica.

Estas manifestaciones ocurren principalmente en la formación Nopal, en donde - existen concentraciones económicas, siendo los controles de mineralización del uranio fallas y fracturas, distribuyéndose la mineralización en las zonas de contacto entre derrames y tobas.

Cabe mencionar que pocos países en el mundo han tenido resultados como los que se tienen en la sierra de Peña Blanca, localizados en rocas ígneas extrusivas, ya que los yacimientos más grandes del mundo (E.U.A.), se localizan en rocas sedimentarias (areniscas), y tienen 20 años o más de delantera sobre las de Peña - Blanca.

Todo esto ha traído como resultado una intensa búsqueda de minerales radioactivos en rocas ígneas en otros países, pues se tenía entendido que no eran económicos.

1.- GENERALIDADES.

1.1 - OBJETIVOS.

El Instituto Nacional de Energía Nuclear (I.N.E.N.), a través del programa de exploración y explotación, ha venido realizando desde marzo de 1969, trabajos de exploración aéreo-radiométricas, de reconocimiento en geología superficial y trabajos de exploración geológico-mineras, en el yacimiento uranífero del " Area Margaritas ", localizada hacia la porción septentrional de la sierra de Peña Blanca, en el municipio de Villa Aldama, Edo. de Chihuahua.

La finalidad de las actividades anteriores fué desarrollar y valorizar este importante yacimiento de uranio, como fuente de materia prima radiactiva.

El trabajo presente tiene el objetivo de describir la geografía, geología regional y del área y la geología del yacimiento.

1.2 - ANTECEDENTES.

La primera manifestación comprobada de la existencia de minerales radioactivos en México, se descubrió en Placer de Guadalupe, Chih., asociada con oro; se identificó uraninita (1928). Próximo al Placer de Guadalupe, en Aldama, Chih. (1959 y 1964), se llevó a cabo un estudio de geología superficial, descubriéndose varias localidades uraníferas y llevando a cabo la exploración minera que condujo a definir las dos minas de uranio más importantes del País (Sierra de Gómez y El Calvario).

Consisten estos depósitos en cuerpos irregulares de minerales secundarios, siendo de reemplazamiento a lo largo de fracturas, montos y balsas, alojados en caliza del Cretácico Inferior, por lo que se proyectó la primera planta de beneficio de -

uranio en el País, que se construyó en Villa Aldama, Chih. en la que se obtendría molibdeno como principal producto asociado al uranio.

Con base en lo anterior y con el propósito de aumentar las reservas uraníferas del País, se proyectó en el año de 1968, por medio de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (C.N.E.N.), la prospección aéreo-radiométrica de la región circunvecina a Aldama, Chih.

Con todos los trabajos realizados en estas fechas, cuyos resultados estuvieron en función de la distribución de las anomalías descubiertas, ya desde entonces se consideró una provincia bastante bien definida de mineralización radioactiva, designándola " Provincia Uranífera de Aldama ".

La ubicación y dimensiones de dicha provincia, según Ibarra-Chávez (1969), abarca una superficie de unas 3000 km², ubicada en la región central del Edo. de Chih. inmediatamente al este del tramo Parritas-Chihuahua, de la carretera México-Cd. Juárez, estimándose la longitud de 100 km. de anchura. Pertenecer a la Provincia Fisiográfica de sierras y valles (Rais-1959). Se distribuye en cuatro importantes sierras : Gómez, Peña Blanca, La Gloria, y Sta Eulalia, y un valle, el de Dolores-Aldama, el cual tiene altitud de 1300 m.s.n.m. y el relieve máximo de las sierras es de unas 2500 metros. S. N. M.

1.3 - TRABAJOS PREVIOS.

La prospección efectuada originalmente por la Comisión Nacional de Energía Nuclear, tanto en la región de Ojinaga como en la de Aldama, se califica de intensa por medio de brigadas de geología superficial, cubriendo este trabajo perfectamente áreas de afloramientos de calizas cretácicas, culminando, como se expresó, en la localización de las minas de Sierra de Gómez y El Calvario (cuerpos irregulares de reemplazamiento a lo largo de fracturas, montas y balsas) .

Posteriormente, por medio de una brigada aéreo-radiométrica, con apoyo terrestre, la región de Aldama, Chih., fue objeto de una mayor y muy atinada exploración

en la que el objetivo fue la sección de rocas ígneas extrusivas, obteniendo resultados halagadores, principalmente en las sierras de Peña Blanca y La Gloria; todos éstos trabajos fueron realizados por la C.N.E.N. y G.E.O.C.A., S.A.

Durante la prospección aéreo-radiométrica, se observó la asociación constante de uranio a zonas de oxidación ferrasa, llegándose a la conclusión de que el hierro es un excelente agente reductor, por lo que con los buenos resultados obtenidos se siguió prospectando en rocas ígneas extrusivas.

El área que se prospectó fue de aproximadamente 6500 km^2 , comprendiendo principalmente trabajos geológicos y aéreo-radiométricos, sistemáticos y de semidetalle.

El área que se estudió se distribuyó en las sierras de Peña Blanca, principalmente en las de Majatca, Nombre de Dios, La Gloria, Sta. Eulalia, La Silla, Sr. — Diego de Alcalá, de Chorreras, de Monillas, La Víbora, y la mayor parte de los valles comprendidos entre dichas unidades topográficas.

Otros trabajos realizados en la sierra de Peña Blanca, en la exploración de uranio, abarcan las tajos, minas a cielo abierto, y subterráneas (El Nopal), perforación de diamante y con percusión de aire, con recuperación de núcleas y polvos; posteriormente se efectuaron sondeos para registros de rayos Gamma en las perforaciones efectuadas que fueron en una red de espaciamiento de $15 \times 15 \text{ m.}$ y en algunos casos de $40 \times 40 \text{ m.}$ ó $70 \times 70 \text{ m.}$ etc. todas estas perforaciones sistemáticas alcanzaron una profundidad promedio de 120 metros.

Los trabajos de exploración aéreo-radiométrica, efectuados únicamente en la sección de rocas ígneas extrusivas, en la sierra de Peña Blanca, dieron como resultado la detección de 55 anomalías radiométricas, de las que 43 fueron definidas como manifestaciones uraníferas (uranio y uraniocerio), comprobadas directamente por brigadas geológicas terrestres, las 12 anomalías restantes, fueron clasificadas como efectos litológicos. Las 43 anomalías calificadas como manifestaciones de uranio fueron objeto de trabajos más dedicados y costosos, como la exploración minera directa.

Estas anomalías se ubican en la porción central de la sierra de Peña Blanca, — lo: trabajos de exploración minera directa, dieron como resultado que en 4 de las 43 anomalías descubiertas se determinaron, con trabajos geológicos de detalle, 'os cuerpos de uranio.

Estas 4 anomalías trabajadas presentaron interés económico: minas El Nopal, La Brecha, El Puerto, y Peñón Blanco. Posteriormente La Brecha presentó un área más — extensa que El Nopal, hasta entonces considerada como la más importante del País y actualmente en explotación.

Con el tiempo, algunas anomalías se consideraron de menos interés, no por que — no resultaran económicas, sino porque el presupuesto era bajo y se le dedicó más — cuidado a la mina El Nopal, que fue la que presentó las mejores leyes medias efec- tuándose posteriormente cálculo de reservas.

En seguida se les empezó a dedicar más atención a las 3 anomalías restantes des- cubriéndose continuidad en casi todas ellas.

Al Área La Brecha, al ser objeto de estudio más intenso, con perforación de dia- monte, se le cambió el nombre por "Área Margaritas", presentando continuidad y — resultando un área más extensa que el Nopal, aunque con leyes poco más bajas, pero se le encontró gran interés económico, siendo objeto hasta la fecha de intenso es- tudio para el cálculo de reservas.

En la región de Aldama, Chih. la distribución de las manifestaciones de uranio — define bien una provincia uranífera, por su amplitud y distribución mostrando úni- camente dos tipos de presentaciones principales y que son: Minerales de uranio en calizas, y minerales de uranio en rocas ígneas extrusivas (existe sólo una locali- dad radiactiva con minerales de torio, en rocas clásticas paleozoicas, en la sierra Peña Blanca.

Las manifestaciones son más numerosas y económicas en rocas ígneas extrusivas — (43), en tanto que en calizas solo hay dos manifestaciones importantes (sierra — de Gómez y El Calvario).

Es importante mencionar que en la zona de mayor densidad de localidades uraníferas (porción central de la sierra Peña Blanca), la producción de otras minerales ajenas al uranio es prácticamente nula.

1.4 - LOCALIZACIÓN DEL AREA Y VIAS DE ACCESO.

La sierra Peña Blanca se encuentra ubicada en la región central del Edo. de Chihuahua, al NNE de la ciudad de Chihuahua, después de la sierra de Nombre de Dios y a 3 km. al W del poblado de Villa Aldama, a cuya jurisdicción municipal corresponde la mayor parte de la sierra en estudio.

Tiene rumbo ligeramente al NNW; su longitud es de unos 70 km. y la anchura media es de 10 a 12 km. Está limitada al este por el Valle de Aldama; al W por las valles del Hambre y Laguna del Diablo; al N queda la estación Parritas, del ferrocarril Chihuahua-Cd. Juárez; y al S el Puerto de Aldama, es el límite natural con la sierra de la Gloria.

El acceso a la porción central de la sierra Peña Blanca (Area Margaritas), se puede efectuar por dos rutas, iniciándose ambas en la Cd. de Chihuahua; una de ellas pasa por el poblado de Aldama, para dirigirse de este lugar al NNW, por un camino de tierra que conduce al rancho del Cuervo, debiéndose desviar antes hacia el W, a la mina El Nopal, o al Area Margaritas, situada ya en la porción central de la Sierra.

La otra ruta consiste en tomar la carretera Chihuahua-Cd. Juárez, hasta la desviación del poblado el Sáiz, para pasar posteriormente por la colonia Nuevo Delicias y el rancho el Peñal, para después continuar al E, por camino de tierra hasta el área de estudio.

1.5 - FISIOGRAFIA.

a) GEOMORFOLOGIA.

La provincia fisiográfica de que forma parte la sierra de Peña Blanca, es la de "Sierras y Valles" (paralelos) (Raisz, 1959), provincia que pertenece a la mesa central del norte (Ordóñez, 1936). Se caracteriza por prominencias orográficas paralelas separadas por valles alargados, con orientación NW-SE (Garfias, 1959), en los que reflejan las prominencias orográficas amplias anticlinales un tanto complejas, mientras que los valles son rellenos de cuencas estructurales (fosas y sinclinales).

La sierra Peña Blanca, es una unidad orográfica de aproximadamente 70 km. de longitud, 25 km. al NE de la Cd. de Chihuahua.

La sierra muestra localmente aspectos morfológicos variados, aflorando conjuntos litológicos de períodos y depósitos distintos, bien definidos.

Litológicamente está constituida por varios tipos de rocas, siendo por su edad y distribución más notables las rocas paleozoicas, que afloran en su extremo sur-oriental (4 km. al N del poblado de Villa Aldama).

1.-) Estas rocas paleozoicas constituyen una serie de lomerías redondeadas y suaves, aflorantes en la parte baja de la sierra con hidrografía de distribución dendrítica densa. Se observan calizas, areniscas y filitas, poco metamorfosadas, encontrándose las areniscas y filitas, bien estratificadas; las calizas contienen fusilínidos del Wolfcampiano (Briggs 1965), o sea del carbonífero-Permico. A esta sección paleozoica se le denomina Formación Villa Aldama, y se le considera correlacionable en algunas unidades con los afloramientos del Paleozoico en el área de Placer de Guadalupe.

2.-) Se presenta una sección potente de calizas cretácicas, subyaciendo discordantemente a las rocas paleozoicas, observándose como inferior y en contacto con el paleozoico, a la Formación Cuchillo, en cuya base se presentan facies yesíferas y

complanéticas, las que marcan claramente la discordancia entre ambas secciones - las cretácicas horizontales y las paleozoicas muy plegadas. Por su poca dureza las últimas forman lomas bajas, redondeadas a manera de circos. Las cretácicas forman las porciones altas, hacia la parte sur-central de la sierra, sobre la cual está labrada una topografía abrupta y observándose profundas barrancas, que presentan - la etapa de erosión correspondiente a la juventud; estas porciones elevadas son - cruzadas por hidrografía gobernada principalmente por estructuras geológicas (fallas y fracturas), que muestran distribución dendrítica, radial y paralela, de arroyos y escurremientos, consecuentes, subsecuentes y obsecuentes.

3.-) La morfología de la porción sur-occidental, centro-occidental, y norte de la sierra, está formada de cubiertas volcánicas de edad terciaria, de bordes acantilados hacia el oriente, y con topografía característica; es decir, formada por - una serie de mesas escalonadas, cuya cima se inclina suavemente hacia el W a lo - largo de varios kilómetros en cordones de rumbo prácticamente N-S, debidos a la alineación de bloques fallados.

Esta es una potente secuencia rítmica de tobas y derrames riolíticos, en uno de los cuales (Formación Nopal), se presenta la mayor parte de la mineralización aurífera (que por su presentación se le asigna origen hidrotermal , como cuerpos en forma de chimeneas y de vetas), pero en todas las localidades volcánicas la explicación supergénica es obvia.

Estas rocas ígneas extrusivas consisten de varios tipos, que se presentan en una sucesión de productos piroclásticos y derrames de naturaleza félsica, que se emp plazaron en los valles y cuencas pequeñas que se habían desarrollado previamente - en las formaciones cretácicas, dentro de la parte norte de la sierra de Peña Blanca. Las rocas sedimentarias de esta porción norte, presentan mayor grado de erosión y sus rasgos geomórficos son similares a los que presentan las secciones sedimenta rias cretácicas, tanto de la porción central como las que se ubican en el extremo sur-occidental.

b) HIDROGRAFIA.

La precipitación en el área, dada por mediciones pluviométricas, nos da el promedio de 250 mm. anuales.

El clima es de tipo semi-desértico, con precipitaciones aisladas que tienen lugar en el año (entre 60 a 63 días lluviosos), con septiembre y agosto, como los meses más lluviosos.

Estas son condiciones desfavorables superficiales de importancia, desarrollándose sólo una red hidrográfica de tipo intermitente, con caudales mínimos, en la época lluviosa. En el área, la dirección del desague va hacia el Valle de Aldama y el modelo hidrográfico es de tipo dendrítico.

Los escurrimientos de importancia, dentro de la porción central del Edo. de Chihuahua, son los del río Conchas y el Chuvíscar.

El Río Chuvíscar se sitúa al SE del área en estudio (a 35 km. aproximadamente) pasando por el poblado de Aldama; pertenece a la cuenca del Conchas y en el mes de agosto, cuando se registran las precipitaciones mayores, presenta velocidad media de corriente de 0.855 m/seg. Tiene gastos máximos medios de 21,646 m³/seg. las lecturas mínimas y medias de escurrimiento y gasto, son respectivamente de 0.027 m³/seg. y 0.018 m³/seg.

La corriente del río Conchas más próxima al área de estudio se localiza en el poblado de Babisas, Chih. (a unas 55 km. al SE de Aldama), lugar donde el río Chuvíscar se convierte en afluente del río Conchas.

El Río Conchas pertenece a la cuenca del río Bravo, convirtiéndose en las cercanías de Ojinaga, Chih. en afluente de éste; la corriente de Conchas en el mes de agosto ha arrojado los siguientes datos:

Velocidad media de 0.123 m/seg.

Gasto medio de 0.290 m³/seg.

En el área de estudio las corrientes superficiales son escasas, a causa de tener que vencer la dureza de las rocas ígneas (lávicas, y piroclásticas), y por las esporádicas lluvias que se presentan en esta porción central del Edo. de Chihuahua.

c) CLIMA Y VEGETACION.

CLIMA.- El clima que caracteriza a la porción geográfica donde se ubica el área Margaritas, es de tipo semi-desértico, con p.m.a. de 350 mm, entre julio a septiembre, o sea de tipo aislado, torrencial.

En verano la temperatura máxima es de 39°C (julio-septiembre).

En invierno la temperatura mínima llega a -8.4°C (diciembre-febrero); es común el congelamiento del agua, provocando problemas en los ductos y tuberías de este fluido. Algunas nevadas ocasionales se presentan en invierno.

VEGETACION.- Como consecuencia del clima semidesértico imperante en esta región la vegetación es raquítica y de escasa elevación (arbustos), teniendo como representantes las siguientes plantas, distribuidas ampliamente en los lugares de topografía alta y baja (cerros y valles): Zacatón alcohino, mezquite, lechuguilla, gobernadora, ocatillo, nopales, biznagas y peyote.

d) ECONOMIA Y CULTURA.

La extensión del Mpio. de Aldera, cubre un área de 9.836 km², con 14,367 habitantes, en su mayoría de raza blanca y mestiza, y algunas restas de la tribu Tarahumara.

se ubica en la porción centro-oriental, del Edo. de Chihuahua, la economía básica de este municipio esta representada por :

PASTADERIA: Es uno de los pilares de éste municipio, ya que cuenta con buenos pastizales (en los valles); las variedades comprenden principalmente ganado Caprino, bovino, porcino, equino, asnal, y mular.

AGRICULTURA: A pesar de las condiciones poco favorables por su clima, es significativo; se cultivan: Maíz, trigo, sorgo, algodón, pluma, papa, frijol, alfalfa y frutales, como manzana, membrillo y nuez.

ACTIVIDADES MINERAS: En este municipio no se conocen actividades mineras importantes, además del uranio; solo de manera incipiente, se explora Yesso, siendo las actividades mineras mas importantes a la fecha la de trabajos de exploración y explotación de uranio que lleva a cabo el I.N.E.N.

INDUSTRIA: Las actividades de tipo Industrial y de transformación son muy escasas en éste municipio, existiendo como principales a la fecha las siguientes:

Planta de concentrados de Uranio (I.N.E.N.).

Planta beneficiadora de Lechuguilla y cera condililla.

Planta despepitadora de Algodón.

Molinos de Harina de trigo.

ELECTRIFICACION: El municipio de Aldama se halla totalmente electrificado, e incorporado a las vías generales de comunicación, como las redes de teléfonos estatal y federal, y las de radio y televisión nacionales.

EDUCACION: El municipio de Aldama cuenta en el renglón de la educación, con un jardín de niños, 20 escuelas primarias, 3 de secundaria y una de estudios preparatorios.

SALUD PUBLICA: Cuenta con un centro de salud, en Villa Aldama.

II.- GEOLOGIA GENERAL.

2.1 - GENERALIDADES.

A causa de la extensión y de las variadas y diferentes características de orí -

gen y depósito de las formaciones que incluye la ahora llamada provincia uranífera el estudio de dicha localidad del Edo. de Chihuahua es de suma importancia, en cuanto a la compilación de datos que ayuden a interpretar los problemas geológicos de carácter regional y para explicar detalles locales de mineralización en rocas ígneas-extrusivas, hasta ahora reconocidas en México como buenas contenedoras de depósitos de uranio.

A fin de ubicar a la sierra de Peña Blanca dentro del marco geológico regional - puede decirse que la región central del Edo. de Chihuahua se constituye en su mayor parte de rocas de naturaleza sedimentaria y en su menor proporción de rocas volcánicas; estas últimas predominan hacia el NNW de dicha porción, en tanto que hacia el SSE las calizas forman el cuerpo principal de las sierras; sin embargo, en algunos sitios de la región se encuentran afloramientos de rocas ígneas intrusivas y de metamórficas.

En las estribaciones sur-orientales, de la sierra Peña Blanca, afloran metasedimentos de edad paleozoica (lutitas y filitas y areniscas), plegadas y metamorfoseadas.

De la porción central al norte, se distribuyen extensamente las rocas volcánicas siendo principalmente de edad terciaria, aunque en las inmediaciones non-orientales de la sierra afloran rocas volcánicas, cuyos rasgos estructurales y estratigráficos las hacen encajar en el cretácico superior.

Todos estos diferentes tipos de rocas, representan un amplio lapso dentro de la columna estratigráfica, con representaciones desde el paleozoico al reciente.

2.2 - ESTRATIGRAFIA.

En la secuencia estratigráfica, debido a la amplitud de las rocas que se observa non en la sierra de Peña Blanca, se dá especial atención a dos unidades formaciona

Las *líneas extrusivas*, en donde por primera vez en la historia del uranio y en este único País, se encontraron mineralizaciones ricas en uranio, algunas de ellas (2), - entre las más económicas y extensas del mundo en este tipo de formaciones volcánicas.

Es importante hacer mención de que dichas rocas efusivas constituyen un espesor mínimo dentro de toda la columna estratigráfica, cuyas depósitos cuentan con rocas de diversas edad y origen, encontrándose los horizontes uraníferos en estas formaciones *líneas extrusivas*, en la vecindad de la discordancia roca marina-roca volcánica que posiblemente abarca del cretácico superior al terciario medio.

A continuación, se da una visión de las rocas más antiguas que las *líneas extrusivas*, a fin de hacer hincapié en las condiciones de distribución de la discordancia del cretácico-terciario, que se considera una guía de la mineralización mencionada.

PALEOZOICO.

PERMO-CARBONIFERO.

Formación Rara (Ramírez et al, 1957), esta unidad estratigráfica está compuesta por depósitos de lutitas, areniscas y calizas, de estratificación delgada a laminar de color pardusco y negro, aflorantes en la porción sur-oriental de la sierra.

En esta sección las rocas están intrusionadas por diques de diabasa pre-cretácicas y por diques y apófisis graníticas y aplíticas post-cretácicas.

MESOZOICO.

CRETACICO INFERIOR.

Las formaciones que representan el cretácico inferior, son todas concordantes en

BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
SAN LUIS POTOSÍ

ire sí.

Formación Cuchillo. — Constituida por una secuencia de sedimentación marina de areniscas, calcáreas, yeso y conglomerados, esta formación, por cierto la más antigua del Mesozoico, descansa en discordancia sobre la formación Rara del Paleozoico.

Las Formaciones Glen Rose, Walnut, Edwards, Kimichi y Georgetown, constituidas también por una secuencia de sedimentación marina de lutitas y calizas puras y arcillas, cuya distribución es más amplia en las partes media y sur de la sierra.

A partir de la formación más antigua del Mesozoico (Cuchillo), esta secuencia estratigráfica del Cretácico Inferior aflora, en sentido general, de S a N de manera que las rocas más jóvenes de esta época geológica, afloran hacia la porción central de la sierra.

CRETÁCICO SUPERIOR.

ROCAS SEDIMENTARIAS.

Se encuentran rocas de esta época geológica de sedimentación marina, que son las Formaciones del Río y Buda, constituidas de lutitas y calizas arcillosas, respectivamente.

La Formación del Río descansa concordantemente sobre la Formación Georgetown, — del Cretácico Inferior.

Las calizas de la Formación Buda yacen también concordantemente sobre la Formación del Río, constituyendo así las rocas más jóvenes de la secuencia marina observada; — constituyen más de 100m. de espesor, aunque su base no aflora.

Las afloramientos de esta época geológica están distribuidas en la parte central-

y oriental de la sierra de Peña Blanca, observándose al norte de la secuencia del Cretácico Inferior, constituyendo plegamientos anticlinales recumbentes, apreciados perfectamente al norte del Arroyo de Boquillas.

ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS.

Estas rocas, que constituyen una potente sección volcánica afloran en la porción central de la sierra; una parte de ella, la más inferior (Formación Tobas Cuervo), se consideró que están dentro del Cretácico Superior, por mostrar el mismo tipo de plegamientos que las rocas marinas que la subyacen y porque están cubiertas, en discordancia angular, por rocas también de origen volcánico, que prácticamente no se encuentran plegadas.

Se desconoce si la formación que se describe enseguida había sido erosionada en parte, antes del depósito de rocas más jóvenes.

FORMACION TOBAS CUERVO:

DEFINICION.- Se tomó el nombre del rancho del Cuervo, que se ubica en el extremo nor-oriental de la sierra, en el Valle de Aldama, para denominar a la toba de colores crema y pardo claro, vítrea y piroconsolidada, que cubre a la Formación Buda, del Cretácico Superior.

CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS.- La componen 4 miembros, que juntas dan el espesor aproximado de 400 m.

MIEMBRO No.4.- Es el más superior, está compuesto por tobas arenosas, conglomeráticas, rojizas y estratificadas, con más de 150m, de espesor, pero desconociéndose su base, por no aflorar.

MIEMBRO No.3.- Está compuesto por tobas líticas de color gris claro a rojizo, con-

aproximadamente 25m. de espesor.

MIEMBRO No.2.- Constituido por tobas arenosas, areniscas y conglomerado calcáreo - volcánico rojizo; este miembro consta de un espesor de 150 m.

MIEMBRO No.1.- Constituye la base de esta formación; está compuesto por toba vínea piroconsolidada de color pardo claro, de grano grueso, con cristales de cuarzo negro - e intensa desvitrificación; dura, maciza y compacta. Este miembro cuenta con espesor de aproximadamente 30 m. siendo el inferior de toda la formación; sigue los pliegues de Formación Buda, descansando concordantemente sobre ella.

AFLORAMIENTOS.- Esta formación se puede observar desde el sur del arroyo de Las Corrales, hasta la vecindad del rancho del Cuervo, hacia las estribaciones nor-orientales de la sierra de Peña Blanca, no observándose en ninguna otra localidad, tal vez - porque se erosionó totalmente en otras sitios; se descubrirá más adelante. En todas - sus afloramientos, se le observa siguiendo los pliegues de las calizas de la Buda.

CONTACTOS.- La base de esta formación en contacto con la Buda, se observan en algunos sitios muy definida y en otras se le observan intercalaciones arenosas y conglomerados de material calcáreo, con matriz arcillosa de color rojo-narvón.

El contacto de la cima de esta formación se observa que es de carácter conglomerático, fino y de matriz arcillosa también; este rasgo está presente en casi todos los afloramientos, debido a que la formación está cubierta por un espesor regular de la Formación Conglomerado Pozos.

CENÓZOICO.

TERCIARIO.

El Terciario está constituido por una patente secuencia de rocas efusivas, depositadas después de una delgada secuencia de rocas sedimentarias, que descansan directamente

te sobre rocas del Mesozoico (cretácico superior), y en discordancia con ellas.

El terciario está representado por cinco formaciones, una de origen sedimentario y cuatro de origen ígneo extrusivo y que a continuación se describen.

ROCAS SEDIMENTARIAS.

FORMACION CONGLOMERADO POZOS.

DEFINICIÓN.— Se le tomó el nombre del rancho de Los Pozos, ubicado en la porción centro-occidental del Valle de Aldama. Se le denominó Formación Conglomerado Pozos, para representar a un conglomerado mixto de material volcánico y calcáreo, que se observó en la falda oriental de la sierra de Peña Blanca. Constituye la base de la sección terciaria en la sierra, descansando discordantemente sobre la Cuervo o formaciones más antiguas.

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS.— Este conglomerado mixto es de composición muy variable de una a otra localidad y de abajo hacia arriba. Su principal característica litológica es que está formado más generalmente con abundantes clastos de caliza, mal clasificados, angulosos y subangulosos, y en porcentajes mayores que los fragmentos volcánicos de tobas riolíticas y riolitas; como se dijo, su composición es variable; en algunas localidades se presenta como único componente el material calcáreo y en otras está casi ausente. El tamaño de estos componentes oscila entre 2 mm. y 25 cm.

El conglomerado en general se encuentra en matriz arenosa calcárea, con arcilla tobácea rojiza. Puede la roca llegar a estar muy bien consolidada, dura, maciza, o formar bardas de conglomerado de color gris entre la matriz tobácea.

AFLORAMIENTOS Y ESPESOR.— Este conglomerado se observa aflorante casi a todo lo largo de las estribaciones centro-orientales de la sierra de Peña Blanca, en especial desde el arroyo de La Verada (mina El Nopal), hasta el extremo norte de la sierra; —

su distribución es en sentido longitudinal (N-S), con rumbo 10° al W, siendo de decenas de kilómetros, pero en sentido transversal a la sierra se acuña antes del Área — Margaritas, donde este tipo de roca está ausente.

Su espesor es igual que su composición, muy variable, pero mostrándose un poco más persistente en sentido longitudinal a la sierra (N-S), donde se le puede observar — de unos 20 y 40 m. de espesor. Se le calcula el promedio general de 70 m. de potencia.

CONTACTOS.— A la altura de la mina El Nopal, por el arroyo de la Venada, cubre a las calizas Edwards y probablemente también a la Kiamichi y Georgetown, del cretácico inferior. En el área del arroyo de Boquillas, el conglomerado subyace a las tobas de la Formación tobas Cuervo, observándose algunas veces estos afloramientos con tendencia a seguir la misma orientación que los plegamientos de que fueron objeto tanto la Buda como las Tobas Cuervo, pero ha sufrido una erosión intensa, sin llegar a formar montículos prominentes y aflorando en general en las partes bajas.

Esta roca la cubre a la Formación Nopal, en una transición paulatina de bandas de conglomerado entre arcilla Tobácea rojiza, hasta toba rojiza franca (miembro inferior de la Formación Nopal), que se observa en el contacto superior del conglomerado por el nacimiento del arroyo El Puerto. El conglomerado Pozos tiene también otro contacto superior, con la Formación Corrales y se le puede observar toba vítrea traquíitica, de color negro y de escaso espesor.

FORMACION CORRALES.

DEFINICION .— Se le dio el nombre de Formación Corrales por aflorar en el arroyo — de Corrales, en la porción central y occidental de la sierra.

CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS.— Esta formación esencialmente se compone de derrames riolíticos, tobas y conglomerados calcáreos, intemperizándose a color pardo oscuro a rojizo, que se asemeja mucho al miembro lávico de la Formación Nopal, diferenciándose de ésta exclusivamente por su posición estratigráfica y su textura micácea.

A esta formación se le atribuyen dos miembros:

a)- MIEMBRO LÁVICO.- Derrames riolíticos de textura micácea, que la hacen diferente al miembro lávico de la Formación Nopal; estas derrames se temperizan a color pardo oscuro a rojizo.

b)- MIEMBRO TOBÁCEO.- Son tobas vítreas; traquíticas, de color negro; en su parte media se le pueden observar conglomerados calcáreos, por lo que se deduce que tuvo un período de erosión.

AFLORAMIENTOS Y ESPESORES.- En algunas partes, a lo largo del arroyo de Corrales, se le pueden observar contactos con la Formación Nopal, que viene siendo su contacto superior, y en el contacto inferior se le observa con la Formación Conglomerado Pozos.

Los contactos, que por cierto se observan en la porción central y occidental de la sierra de Peña Blanca, se califican de restringidos, infiriéndose que la formación es escasa en cuanto a longitud y deduciendo que tuvo períodos de erosión.

El espesor para el miembro lávico es de aproximadamente 40 m. y para el miembro tobáceo, 60 m.

La Formación Corrales descansa en discordancia con la Formación Conglomerado Pozos.

FORMACION NOPAL.

DEFINICION.- El cuerpo de rocas ígneas extrusivas, compuesto de lavas y tobas riolíticas y al cual se ha denominado Formación Nopal, fue nombrado así por la mina El Nopal, que está labrada en este tipo de roca; se le localiza en las estribaciones de la sierra, en la margen izquierda del arroyo de La Venada. Está seguido en la porción central de la sierra de Peña Blanca.

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS.- Está constituida por dos miembros y se trata de una secuencia simple de afloramientos del arroyo de La Venada al de Boquillas, tornándose en una secuencia más compleja en éste último arroyo, hasta el extremo non-oriental de la sierra.

a)- El primer miembro es la base de esta formación, es tobáceo. La litología cambia dependiendo de las localidades, pero esencialmente consta de tobas riolíticas, de granos arenociliosas, arenosas y brechoides; en algunos lugares (área El Nopal), esta roca se presenta, maciza, dura, compacta y a veces pseudo-estratificada. En general las tobas de este miembro presentan color blanquecino y macado, con fragmentos líticos abundantes.

b)- El miembro lávico.- Yace cubriendo al miembro tobáceo y está constituido por riolitas porfíricas, pardas, duras, compactas y macizas.; que van desde la zona del arroyo de Baquillas hacia el norte; la secuencia de tobas y riolitas se repite en bandas, que se estima que tienen unos 10 a 15 m. de espesor.

En esta formación se encuentran la mayoría de los cuerpos de uranio, algunos de ellos de gran importancia económica.

AFLORAMIENTOS Y ESPESOR.- Tiene afloramientos con distribución alargada en sentido N-S, y se localiza en casi toda la porción centro-norte de la sierra, constituyendo la cubierta discordante ígnea extrusiva, sobre todas las rocas cretácicas o bien sobre el conglomerado Pozos.

En las partes bajas del flanco contra-oriental y norte, aflora formando escarpas y hacia el centro de la sierra, tiene formas abruptas, sin profusión de escarpas. El espesor es variable, pero se le ha estimado para el miembro tobáceo de 125 a 150 m. y para el miembro riolítico, 50 m. aproximadamente.

CONTACTOS.- La base de la formación Nopal, tiene contactos que varían con respecto a las rocas que cubre. En la porción sur de la sierra descansa sobre el Paleozoico y el Mesozoico (Formación Rara y Formación Buda), en la porción norte, sobre el terciario (Formación Conglomerado Pozos), (Formación Corrales), y (Formación Tobas Cuervo), siendo también discordante con todas estas formaciones.

La cima de la Formación Nopal, esta en contacto con una formación consistente también de dos miembros.

FORMACION ESCUADRA.

DEFINICION.- Se ha llamado Formación Escudra a una sección de derrames y tobas con capas de arena volcánica en su parte media.

CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS.- Consiste también en dos miembros.

a)- MIEMBRO SUPERIOR.- Está formado por derrames riolíticos, que se interperizonan a tonos de color violáceo a rojizo.

b)- MIEMBRO INFERIOR.- Consiste en su parte superior de capas de lapilli, en la parte intermedia de tobas riolíticas, de color blanquecino a pardo claro; y en la base está constituido por conglomerado calcáreo muy local.

AFLORAMIENTOS Y ESPESOR.- Los afloramientos de la Formación Escudra se muestran ampliamente en la porción septentrional de la sierra de Peña Blanca y hacia su flanco oriental.

Los espesores calculados para el miembro superior son de 20 a 30 m.

Miembro Inferior - Los montes de arena volcánica se les ha calculado espesor de 3 a 7 m.

En general al miembro inferior se le ha calculado espesor de 125 y 150 m. aproximadamente.

CONTACTOS.- Esta formación descansa discordantemente sobre la Formación Nopal.

FORMACION PEÑA BLANCA Y MESA.

Las formaciones Peña Blanca y Mesa, cubren a las Formaciones Nopal y Escudra, aflorantes solo en la porción norte de la sierra. En ellas no se encuentran manifestaciones de uranio, por lo que su descripción se hace en forma sucinta pues carecen de importancia económica.

La Formación Peña Blanca está constituida, por tobas arenosas blanquecinas en su

parte superior; hacia la base se halla compuesta por conglomerado calcáreo; los afloramientos se localizan en la porción central y nor-occidental de la sierra de Peña Blanca, descansando en discordancia sobre las Formaciones Nopal Y Escudra.

La Formación Mesa, es la que más ha carecido de importancia económica; consiste en lavas de carácter félsico que son derrames traquíticos de color pardo rojizo a oscuro. Sus afloramientos son abundantes hacia la porción NW de la sierra, donde sobresalen cerros de elevación considerable.

La Formación Mesa descansa concordantemente sobre la Formación Peña Blanca. Esta formación presenta el último suceso de carácter ígneo extrusivo en la sierra de Peña Blanca.

Las rocas más jóvenes representadas por depósitos aluviales, material de talud y suelo vegetal, constituyen el período más reciente, el Cuaternario.

DIQUES.

En la región denominada Los Cuervos, en la porción centro-norte, de la sierra de Peña Blanca, existen cuerpos tabulares con espesores de 0.80m. a 12.0 m. a manera de diques, que corren con dirección general E-W.

Estos cuerpos intrusionan desde la Formación Edwards hasta la Formación Peña Blanca; son de carácter dolerítico de color gris-verdoso.

Es interesante mencionar que estos diques tienen mucho significado en la mineralización uranífera, por existir anomalías radiométricas con alineación hacia ellos.

2.3 - GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

La región que comprende la Provincia Fisiográfica de Sierras y Valles paralelas, - donde se ubica la sierra de Peña Blanca, presenció procesos geológicos de tres eras :

La paleozoica, mesozoica y la actual cenozoica.

En la Era Paleozoica, como ya se indicó anteriormente, se manifiestan las evidencias de tectonismo hacia la porción sur-oriental de la sierra, encontrándose los meta-sedimentos muy movidos y plegados por efecto de la Revolución Apalachiana, de fines del Paleozoico.

Los plegamientos de las rocas del Mesozoico en esta región no se presentan con gran intensidad; en general forman estructuras anticlinales y sinclinales casi simétricas con echados suaves (entre 5° y 10°), y con sus ejes estructurales orientados NW-SE (regionalmente).

Hacia el norte de la sierra y muy próximos al área de estudio, se tienen plegamientos recambientes del cretácico superior; en general este tipo de estructuras no son comunes dentro de la región.

Del Cenozoico, no se tienen grandes deformaciones, sino solo fallas y fracturas en las rocas volcánicas y piroclásticas.

El amplio valle de Aldona, dentro de la región se ha supuesto que corresponde a una cuenca estructural, rellena por materiales de aluvión (gravas, arenas, arcillas), quizá formada por fallamientos normales, sin embargo no se tienen evidencias del subsuelo.

Es probable que el conglomerado Pozos, como la Formación Nopal, sigan la topografía o dirección de los estratos inclinados y erosionados del Cretácico inferior, tal como se presentan hacia el flanco oriental, en forma de mesetas inclinadas hacia el oeste, con opción a otra posibilidad: que hayan sido levantadas estas unidades volcánicas por movimientos tectónicos (con el emplazamiento de un batolito), siendo la primera suposición más probable.

La sección volcánica se encuentra muy fallada cerca del "Área Margaritas", se presentan dos fallas: una de gravedad o normal, con rumbo norte-sur, y NW-SE, se puede esto apreciar en el Área Margaritas.

Las causas de estos fracturamientos, que siguen también sensiblemente el rumbo de las fallas normales o inversas de la región, es probable que estén relacionadas con los últimos movimientos tectónicos en la porción septentrional de la sierra de Peña Blanca.

Durante los levantamientos geológico-radiométricos, se hizo la comparación de los sistemas de fracturamientos que se presentan en estas sitios, tanto de la superficie como de las obras subterráneas de exploración, dicha comparación permitió ver que son sistemas de fracturas, que guardan relación entre sí.

2.4 - HISTORIA GEOLÓGICA.

En el área de estudio se pueden distinguir los procesos geológicos verificadas en diversas épocas, por medio de los estudios geológico-radiométricos y planificación de las unidades de la porción central de la sierra de Peña Blanca, por GEOCA, S.A. y por el I.N.E.N. ; y mediante los trabajos geológico-mineras de este organismo federal. Se puede presentar el bosquejo generalizado, sobre la historia geológica de la zona en estudio.

PALEOZOICO.

Hacia el sur de la sierra, hay afloramientos de rocas del Carbonífero-Pérmico, consistentes de calizas, areniscas y lutitas, muy plegadas, con grado de metamorfosismo avanzado; representan unos 50.0%² aproximadamente.

Las manifestaciones de actividad ígnea, como numerosos intrusivos de tipo fílico - contan a la sección de metasedimentos muy plegadas, se presentan éstas rocas intrusivas, en suaves lomerías, intemperizándose a color pardo-ocre.

La orogénesis causante de estos plegamientos fue la apalachiana, cuyos alcances se -

prolongaron a esta región del foco de mayor intensidad, del oriente de los E.U.A. durante el Mesozoico, fué esta zona de rocas paleozoicas y formas positivas, ya que las suprayacentes son sólo secciones del cretácico Inferior; se han determinado procesos de erosión en éstas rocas paleozoicas aflorantes.

MESOZOICO (Cretácico Inferior y Superior).

En ésta región y durante esta era, se depositaron potentes sedimentos marinos (calizas, areniscas y lutitas), en mares someros cercanos a las costas, ya que estas rocas son de facies arrecifales y fauna marina característica de la zona nerítica (Rudistas).

Durante el Cretácico Superior hay evidencias de actividad ígnea que se manifiesta en la porción norte de la sierra de Peña Blanca (FORMACIÓN TOBAS CUERVO), son tobas vítricas, piroconesolitas, líticas, arenosas y conglomeráticas, depositadas en discordancia erosional sobre calizas del Cretácico Superior, formando también parte de plegamientos recumbentes, estas estructuras se localizan unos 10.0 km. hacia el NE del área de otro yacimiento denominado " El Nopal ", ubicado también en la porción central de la sierra Peña Blanca.

Estas rocas mesozoicas, se suponen levantadas, plegadas y falladas por efecto de la orogenia Laravide; procesos de erosión intensa han modelado a las secciones mesozoicas, alcanzando la etapa de madurez en el ciclo de erosión.

Por lo que respecta a las rocas volcánicas del mesozoico (Cretácico Superior) - fueron la emisión explosiva del material ígneo extrusivo (Formación Tobas Cuervo), rico en vidrio, que señala el origen del vulcanismo de esta región y es posible que el depósito de esta roca se haya efectuado una vez que las rocas marinas habían emergido y empezaban a ser erosionadas a fines del Cretácico Superior, pero antes del período de plegamiento máximo .

CENOCENO.

TERCIARIO.

En este período se presentan depósitos de rocas clásticas de grano grueso a fino (gravas, arenas y arcillas), de tipo continental, sedimentos de relleno (Valle de Aldama), y conglomerados (Formación Conglomerado Pozos), Los conglomerados se depositan en zonas lacustres y planicies de inundación, con aporte de detritos de rocas calcáreas y volcánicas derivadas de la propia sierra, posteriormente se depositó la fase ígnea terciaria.

Estos sedimentos continentales cubren en discordancia a las rocas del Mesozoico, hasta la parte norte de la sierra. La presencia de estos sedimentos, intercalados en distintas partes de la secuencia volcánica, indica que al término de cierta actividad ígnea siguió un período de erosión, para al cabo de un tiempo reanudarse dicha actividad y repetirse el ciclo varias veces.

En este período ocurrió intensa actividad ígnea intrusiva y extrusiva y se sitúa en el Terciario Medio (Oligoceno-Mioceno ?) (Wisser-1968), prolongándose esta actividad probablemente hasta el Plioceno.

Los intrusivos se ubican hacia el S-W en la sierra de Peña Blanca, calificándose de afloramientos escasos, algunos de composición félsica y otros máficos; los primeros (graníticos), son de forma irregular, en tanto que los segundos afloran como diques que, en su mayor parte, se encuentran hacia la porción norte de la sierra.

La secuencia volcánica terciaria, de la cual se obtuvieron muestras para la determinación de edad representa una alternancia de tobas y derrames ríalticos, dividiéndose en varias unidades (Formaciones Corrales, Nopal, Escuadra, Peña Blanca y Mesa), siendo su base el conglomerado calcáreo continental (Formación Conglomerado Pozos), esta alternancia de tobas y derrames indica el carácter del vulcanismo que prevaleció en determinada época, es decir, las tobas indican vulcanismo de carácter explosivo, en tanto que los derrames lo son de un tipo de extrusiones tranquilas, que se distribuyeron sobre amplias regiones.

Las colecciones de muestras se efectuaron en los miembros lácicos (de las formaciones Corrales, Nopal, Escuzira y Mesa), el último miembro no (Formación Peña Blanca), ya que está compuesto de tobas hidrocústicos y conglomerados.

El análisis de las edades efectuado en las muestras de las unidades volcánicas — del Terciario, sitúa a la primera y segunda unidades dentro del Eoceno, con edades de 53 y 43 millones de años, respectivamente; la porción basal de la tercera unidad queda en la cima del Eoceno, en tanto que el miembro superior de esta unidad se sitúa en la base del Oligoceno, con edad de 38 millones de años.

Por último, la cuarta y quinta unidades volcánicas terciarias reportaron edades de 37 millones de años, pertenecientes también al Oligoceno.

Estos análisis idea de la gran magnitud de tiempo que representan los períodos de erosión y efusión de materiales piroclásticos; como ejemplo, vemos que entre los derrames ríalticos de la primera y segunda unidad volcánica terciaria hay un intervalo de 10 millones de años, representantes de largos períodos de actividad volcánica explosiva, con acumulación de depósitos piroclásticos y erosión; y por el contrario vemos que la acumulación de tobas y conglomerados de la última unidad volcánica terciaria (aun cuando posee mayor espesor de la segunda unidad) se llevó a cabo dentro de un período relativamente corto de (1 millón de años), que es la diferencia de edad de la tercera a la quinta unidad volcánica terciaria.

A lo que podemos llegar, como conclusión significativa extraída de estos resultados, es que hacia la parte norte de la República Mexicana la edad de los materiales volcánicos ha sido asignada al Cenozoico Medio, que incluye desde el Plioceno al Oligoceno. Es decir, que casi toda la sierra Madre Occidental se ha asignado a este período (Carta Geológica de la República Mexicana). Sin embargo, los resultados mencionados ponen de manifiesto que en varias partes de la República Mexicana existen materiales volcánicos más antiguas, correspondientes al Eoceno e incluso al Paleoceno y que están considerados como del Oligoceno o más reciente. Hay que citar también que en muchos sitios del norte de la República Mexicana (por ejemplo, La sierra Madre Occidental), no se ha llevado a cabo la exploración geológica detallada, con miras a establecer bases para la correlación de este tipo de materiales volcánicos, —

que en la mayor parte se persiguen fines económicos, sin interesar el aspecto científico y algunas veces sin dar acceso a la información, para efectuar la integración o compilación geológicas de los distintos lugares.

Durante la última actividad ígnea a fines del Terciario (Plioceno ?), es probable que haya ubicado la mineralización u arifera primaria (epitermal), al hidrotermalismo se supone que fué provocado por el emplazamiento en el subsuelo de un gran plutón (batolito de fines del Terciario ?), esta idea la sugieren los intrusivos de tipo granodiorítico, que se puede encontrar contario a las rocas Paleozoicas y Mesozoicas, en la porción sur-occidental de la sierra Cuervo-Peña Blanca.

CUATERNARIO.

Por último, se ha verificado regionalmente erosión y desintegración de las masas de rocas aflorantes en la región y la acumulación y depósito de los materiales de erosión, como taludes, aluviones y formación de cubierta de suelos.

2.5 - MINERALOGIA.

El uranio es un elemento muy distribuido en las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas y este elemento, por ser radioactivo hace posible su determinación y cuantificación; aún en cantidades muy pequeñas.

se ha estimado que la concentración media en la corteza terrestre es de unos 3 — gramos de tonelada de roca y que las rocas ígneas félsicas y algunas sedimentarias, contienen el doble de proporciones de uranio que las demás rocas sedimentarias .

A pesar de las cantidades pequeñas que se encuentran en forma de yacimientos o depósitos ; se halla mas abundantemente distribuido que algunas, metales como : oro,

plata, mercurio y el antimonio, bismuto, cobalto, molibdeno, cesónico, estaño, se hallan en iguales cantidades que el uranio, y abundan más que el uranio, el zinc y el cobre.

El uranio en la naturaleza no se encuentra en estado nativo o libre, sino se encuentra formando compuestos con otros elementos, principalmente con el oxígeno, porque es fácilmente oxidable; aparece así en óxidos, hidróxidos, fosfatos, uranatos — sulfatos, y también asociado con calcio, cobre y potasio.

Se encuentra en las especies "primarias" de uranio: Uraninita (óxido uranílico no), pechblenda (óxido uranílico), las especies o minerales "secundarias", se derivan de procesos de alteración por la acción fisicoquímica del intemperismo, por lixiviaciones de aguas superficiales y subterráneas, principalmente.

La especie mineralógica más difundida en la provincia uranífera de Peña Blanca, — es un silicato de uranio, siendo una especie secundaria; de los análisis efectuados en muestras de algunos de estos yacimientos de la porción centro-norte de la sierra de Peña Blanca, en el laboratorio del I. "L. I.", por difracción de "Rayos X", se obtuvo la fórmula: $UO_2 (CO_3)_2 (SiO_3)_2 5 H_2O$, y que es la del silicato complejo hidratado de uranio y calcio o uranofano. La literatura acerca de esta especie señala que es un producto de la alteración de la uraninita o de la pechblenda, y que se presenta en zonas de oxidación.

Otras especies mineralógicas de tipo secundario como la torbernita ($UO_2 (CO_3)_2 (PO_4)_2 8-12 H_2O$), y la autunrita ($UO_2 (CO_3)_2 (PO_4)_2 10-12 H_2O$), se asocian al uranofano, aunque en algunas áreas de la provincia uranífera de Peña Blanca no se han reportado.

Sin embargo, la especie mineralógica secundaria más frecuente en la sección de nacimientos volcánicos terciarios de la porción norte de la sierra es el uranofano; se presenta, sobre todo, en las espacios abiertos del fracturamiento de los cuerpos brechales y mineralizados con uranio, en masas u costras informes de color amarillo canario y amarillo limón, siendo la matriz o fangosa de algunos cuerpos brechales de —

riolita porfírica y de toba lítica arcuosa de la Formación Nopal.

III.- GEOLOGÍA DEL URANIO.

3.1 - INTRODUCCIÓN.

La localidad uranífera "Área Margaritas", se ubica en la porción central de la sierra Peña Blanca, en la parte media de las estribaciones orientales de la misma.

Los sitios uraníferos que se trabajaron fueron Puerto III, y Margaritas; el área tiene extensión de 0.5 km. aproximadamente.

El área en estudio a la fecha constituye uno de los lugares de exploración de mayor interés a las acumulaciones de mineral uranífero.

El cuerpo mineral, Los Margaritas se descubrió antes que los denominados El Nopal y el Picudo; entonces era uno de los principales depósitos en rocas volcánicas en la sierra de Peña Blanca, pasando a ser el segundo en importancia después del cuerpo uranífero El Nopal, El Área Margaritas se descubrió con prospección aéreo-geológica.

La geología del yacimiento de uranio denominado "Área Margaritas", está constituida de rocas sedimentarias marinas del Cretácico Inferior y de rocas ígneas extrusivas félsicas, que cubren a las pizarras; se presentan aquellas como sucesión de miembros piroclásticos y derrames lávicos, separándose en varias unidades o formaciones, constituyendo una sección volcánica terciaria (Oligoceno-Plioceno?), esta sección no ha sido aún correlacionada con otras áreas comunes del terciario volcánico de México y E.U.A., según Wesser (1968), y otros autores, el vulcanismo en la sierra Madre occidental se inicia en el Oligoceno, con mayor intensidad probable en el Mioceno y culminando en el Plioceno. En el área afloran tobas aglomeráticas y brechas de lapilli, que forman parte del miembro inferior de la Formación Escudra, secuencia que se encuentra afectada por fallas normales e inversas y en partes cubier

ta por materiales aluviales y suelos.

3.2 - ESTRATIGRAFIA LOGICA

Las unidades litológicas que se presentan en esta área, se han situado como correspondientes a las edades:

Mesozoica (cretácico Inferior, Albiano Medio).

Cenozoica (Terciario Medio volcánico).

Reciente (Cuaternario).

La secuencia volcánica terciaria de esta área, de la porción central de la sierra de Peña Blanca, presenta interés económico y geológico, a causa de las numerosas oro mallas radiométricas descubiertas y localizadas.

La porción central de la Sierra de Peña Blanca, en el área Margaritas muestra la siguiente estratigrafía:

MESOZOICO.

CRETACICO INFERIOR.

Formación Edwards (Albiano Medio).

DEFINICION.- Hill y Vaughan (1899), aplicaron su nombre a las calizas concrecifo les y rocas asociadas con su sección de tipo en Barter Creek (cerca de Austin, - Tex. ,U.S.A.), y es esta unidad estratigráfica la más antigua de las rocas aflorantes en esta Área uranífera.

CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS Y AFLORAMIENTOS.- La Formación Edwards alcanza a aflorar en el área con topografía abrupta; consiste en calizas de estratificación media a gruesa (0.50 a 4.0 m), macizas, con nódulos de pedernal pardo gris, fosilíferas (rudistas silicificadas), alcanza a aflorar en la porción sur del área desde el a

rroyo de La Escuadra, a aproximadamente 50 m. hacia el norte. Su espesor es de 250 m aproximadamente.

CONTACTOS. - En el área la Formación Edwards está en contacto con la Formación Mopal, en discordancia.

El contacto inferior se localiza hacia el S-W, con la Formación Walnut y no fue observada por el autor, por estar fuera del área de estudio.

El Conglomerado Pozos, solo se presenta en esta área muy localmente y con un espesor mínimo.

ORIGEN. - Estas calizas de la Formación Edwards, corresponden a facies arrecifales depositadas en mares someros cercanos a la línea de costa (contenido faunístico de zona nerítica, rudistas).

CENOZOICO.

TERCIARIO.

FORMACION MOPAL (rocas ígneas extrusivas).

DEFINICION. - Fue definida esta formación y se le asignó este nombre por GEOCA, S.A en (1969), representa los primeros eventos de naturaleza volcánica en el área considerada y se compone de dos miembros : Inferior (tobáceo riáltico), Superior — (derrame lávico de tipo riáltico).

En el área Las Margaritas, se halla expuesta esta formación, en dirección prácticamente NW-SE, y en este borde se presenta típicamente formando masas inclinadas con echado al este, que se inclinan hacia la parte centro-oriental de la sierra.

CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS Y AFLORAMIENTOS. - Esta formación aflora escasamente en el área Margaritas, constituida por sus dos miembros, lávico y tobáceo; la cubre la Formación Escuadra, con sus dos miembros también (Lávico y tobáceo).

En el afloramiento, la Formación Mopal, presenta a su miembro inferior constituido por toba riáltica, distribuida en el costado sur del área en estudio.

La toba es de color crema, con abundantes fragmentos líticos de naturaleza félsica, en matriz arenosa de igual naturaleza, se encuentra muy fracturada; su color de intemperismo varía de morado-pardo rojizo a crema, aunque generalmente es de color crema. Tiene aproximadamente 15 m. de espesor en su afloramiento y según su actitud a aumentar su espesor hacia el norte.

Este miembro inferior de la Formación Nopal, aflora escasamente en el "rincón Margaritas", alcanzándose a observar a algunos metros de la anomalía Puerto III y de la mina Donitila.

El miembro superior lávico consta de derrames tranquilos de riolitas, que cubren al miembro toba y está constituido por riolitas porfídicas, intemperizándose a color grisáceo-negruzco; es dura, compacta y maciza, su textura difiere un poco de aspecto más porosa debido a que los feldespatos están lixivialos dando aspecto cacarizo.

Este miembro, al igual que el inferior, aflora muy poco y en general toda la formación, se observa en el costado sur del área, cerca del arroyo de la Escuadra y de la mina Donitila, presenta fracturamiento intenso, probablemente debido a tectonismo su espesor en el afloramiento es de aproximadamente 20 m. tendiendo a aumentar hacia el norte.

CONTACTOS.-

La porción baja de la Formación Nopal, o sea el miembro inferior (la toba riolítica de color crema). Está en contacto con las calizas Edwards, en discordancia.

El contacto superior de esta formación, o sea el miembro lávico, está en contacto con la Formación Escuadra (miembro Inferior), en discordancia.

Con relación a su origen, la Formación Nopal, es de carácter ígneo extrusivo (volcánico); el vulcanismo del Terciario Medio proporcionó gran cantidad de piroclásticas y materiales lávicos félsicos; su evento anterior es el plegamiento laramídico de las rocas del Mesozoico.

EDAD .- Corresponde al vulcanismo terciario (Oligoceno-Plioceno ?), que afectó gran parte del territorio nacional durante el Cenozoico Medio, reporta la edad radiométrica de 44 millones de años.

CORRELACION .- La Formación Nopal no ha sido correlacionada con otras áreas de rocas ígneas extrusivas en el Edo. de Chihuahua, y otras regiones de México y E.U.A. , por razones ya expuestas, esperando que en el futuro pueda tenerse acceso a esta información.

FORMACIÓN ESCUADRA.

DEFINICIÓN .- La Formación Escudra aflora más ampliamente que la Nopal y la Edwards. en el área de estudio; sin embargo, los encuentros uraníferos más importantes — del Área Margaritas, están localizados en esta formación. Se aplicó tal nombre para designar a dos miembros volcánicos con distintas características litológicas.

CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y AFLORAMIENTOS.

a)- El miembro inferior tobáceo, consiste litológicamente de tobos de lapilli y hacia su base tiene conglomerado calcáreo muy local; al miembro se le calcula espesor de 5 a 10 m. tendiendo a aumentar.

b)- El miembro superior lávico, consiste en derrames riolíticos de espesor aproximado a los 30 m. en el área, acunándose y tendiendo a aumentar al norte, se impermeabiliza a color más rojizo, con textura porfídica y estructura compacta. Hacia el subsuelo está muy fracturado y se observan zonas de movimientos (espejos de fallas estrías), en obras de exploración observadas más al norte del área.

Los dos miembros de la Formación Edwards en el área se encuentran mineralizados por secundarios de uranio.

CONTACTOS .- El contacto inferior de la Formación Escudra (miembro inferior tobáceo) es directo con el miembro superior lávico de la Formación Nopal, en algunos lugares cubierto por material de relleno.

El contacto superior está más al norte del área en estudio, por lo que el autor no lo describe.

ORIGEN.- La Formación Escudra corresponde a las etapas de vulcanismo terciario — (Eoceno-Oligoceno), presentándose en el área como secuencias de unidades de piro — clásticos y derrames de tipo félsico al igual que la Formación Nopal, diferenciándose solamente en el carácter textural y posición estratigráfica .

EDAD .- Se le sitúa en el Eoceno-Oligoceno, con 38 millones de años reportados radiométricamente.

3.3 - GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA MARGARITAS.

La secuencia estratigráfica del área en algunas porciones, se encuentra afectada — por plegamientos y fallamientos originados por la Revolución Laracélica. Las calizas cretácicas van siguiendo desde el extremo sur de la sierra un plegamiento muy suave, — formando un anticlinal que buza al NNE; en la porción central de la sierra afloran las calizas Edwards, del cretácico inferior, suponiéndose que hubo una etapa de erosión — a fines del Mesozoico , depositando en el Valle material acarreado proveniente de las formaciones del Cretácico Superior ; pero al norte de las sierras , estas formaciones formaron pliegues muy marcados . Posteriormente se depositaron en la porción central — de la sierra de Peña Blanca, las formaciones terciarias y es aquí donde se pueden apreciar en, el Área Margaritas, los afloramientos de las calizas Edwards, con echados suavemente hacia el norte, interrumpiéndose bajo las formaciones terciarias.

En el área de estudio, la sección volcánica terciaria presenta dos grandes fallas: una de gravedad, o normal, con rumbo norte-sur; y otra inversa o compresional, de rumbo noroeste-sureste .

El fracturamiento, tanto en la superficie como en el subsuelo, en algunas sitios — dentro de esta sección volcánica terciaria tiene un rumbo N-S y NN-SE, las causas de este fracturamiento que siguen también los rumbos de las fallas normales o inversas —

del área, es probable que estén relacionadas con los últimos acontecimientos tectónicos en la porción septentrional de la sierra de Peña Blanca.

Se demostró, por medio de comparación de los sistemas de fracturamiento en el área durante los levantamientos geológico-rodionétricos, tanto de superficie como subsuelo en las obras realizadas, que dichos sistemas de fracturamiento tienen relación entre sí.

3.4 - HISTORIA GEOLÓGICA.

La Historia Geológica de esta área es muy interesante porque afloran rocas de las eras Mesozoicas y Cenozoicas. Con los trabajos efectuados y los datos obtenidos, de carácter geológico-rodionétrico, se puede hacer un resumen breve de los eventos históricos-geológicos.

Las rocas mesozoicas del área (formación Edwards, del Cretácico Inferior), se depositaron en mares someros cercanos a la costa, con carácter arcésifal y abundantes fósiles marinos de la zona nerítica (rudistas); estas rocas se encuentran suavemente plegadas, levantadas por la Orogénesis Laromide (70-135 millones de años a fines del Cretácico Superior),.

El paso de la era Mesozoica a la Cenozoica, está representado por un lapso en el cual, entre otros eventos tuvo lugar una probable actividad ígnea durante el Cretácico Superior y períodos de erosión, evidenciados por un conglomerado basal, constituido de fragmentos volcánicos y calizas.

Este conglomerado cubre a las rocas cretácicas aunque en el Área Margaritas no sucede esto, ya que el conglomerado está presente muy localmente, pero a escasos metros al este se acuña. Existe la posibilidad de que en realidad en el área no se hubiesen depositado o bien se haya erosionado.

En esta parte de la sierra no está presente el Cretácico Superior por lo que se deduce que al término del Mesozoico, durante un lapso al que estuvieron expuestas dichas

rocas, fueron erosionadas hacia el Valle de Aldama; posteriormente llega el Cenozoico, y deposita sobre las calizas, que no alcanzaron a erosionarse, la sección volcánica consistente de tobas aptoméricas y derrames riolíticos, junto con la mineralización.

después de que se deposita la secuencia volcánica, viene una serie de fallamientos

Por último, tenemos la erosión, que hasta la fecha continúa depositando el material detrítico.

Se supone que el Área Margaritas tuvo la misma secuencia de depósito que el resto de la porción central de la sierra de Peña Blanca, solo que en esta área ocurrieron serios fallamientos, que levantaron y sumieron algunos bloques, siendo así la parte más afectada de la porción central de la sierra de Peña Blanca.

Estos movimientos tectónicos ocurrieron en el Oligoceno, puesto que los fallamientos los tenemos desde la formación Mesa (Oligoceno), hasta las calizas cretácicas y, ¿Porque no decirlo? quizá sean contracciones en las rocas, debidas a los movimientos producidos por la Revolución Laramide, que se dejaron sentir hasta el Oligoceno.

IV.- METODOS DE TRABAJO EN EL AREA MARGARITAS.

4.0 - TRABAJO DE CAMPO.

En el Área Margaritas, después de su descubrimiento por aerofotogrametría, se iniciaron trabajos exploratorios geológicos, tras de haber hecho la mayoría en el área - el Nopal, desconociendo que en el Área Margaritas era de mas importancia, pero que siguen la misma tendencia de mineralización.

A continuación se presenta una explicación breve de los trabajos de campo realizados hasta la fecha en el área en estudio, y que sin duda son de gran interés para la geología del yacimiento.

4.1 - LEVANTAMIENTO GEOLOGICO SUPERFICIAL RADIONÓMICO DEL AREA ANCHILA.

Este levantamiento se realizó siguiendo una poligonal de apoyo (poligonal enval - vorte), misma que sirvió para ir tomando datos geológicos como cambios litológicos, rumbo y echados de los estratos de la Formación Edwards, así como también de las fracturas, zonas de fracturamiento intenso con presencia de mineral uranífero, para el levantamiento radiométrico, que también se fue haciendo con un circulinómetro profesional.

4.2 - LEVANTAMIENTO GEOLOGICO DEL SUBSUELO.

Las únicas obras de mina existentes en el área Margaritas, son las llamadas mina Dinitila y mina Las Margaritas, ubicadas prácticamente en el borde sur del cuerpo volcánico y labrada en las calizas de la formación Edwards; la primera cuenta con cuatro niveles (-8, 0, -15, -30), estando el nivel -8, muy casi en el contacto volcánico - sedimentario; los niveles -8, 0, -15, prácticamente llegan a la roca volcánica.

En el interior de la mina se hizo el levantamiento geológico, que consistió en general en hacer en un plano los rumbos y echados del sistema de fracturas, algunos de ellos mineralizados, se definieron también los contactos entre el cuerpo mineralizado u uranífero y la roca encajonante más esférit, trabajo que se realizó en cada nivel, elaborando planos geológicos de cada uno de ellos.

En la mina Las Margaritas, que tiene un nivel de -30 m. y consta de un tiro, dos frentes y dos crucesas, para el levantamiento geológico-radiométrico, se siguió el mismo método que en la mina Dinitila, solo que la mina Las Margaritas está labrada en las dolomitas de la Formación Nopal.

Estos planos existentes se utilizaron para trabajos de sondeos geológicos y muestra o y servirán para la exploración posterior además, son una guía para la interpretación del yacimiento.

4.3 - PERFORACION SISTEMÁTICA PARA CUBICACION DE RESERVAS.

La barrenación efectuada en el Área Margaritas, incluye a las anomalías Puerto III-; Margaritas, primeramente se ejecutaron en la superficie excavaciones para preparar bases exploratorias de perforación; se dieron barrenos verticales, separados a distintas distancias, dependiendo de las manifestaciones radiométricas en la superficie, así que algunas barrenas fueron cuadrículas de 20 X 20 m.; otras de 10 X 10 m., 30 X 30 m., 45 X 45 m., y 75 X 75 m. Se llevaron a cabo con brocas de diamante con recuperación de polvos y núcleos.

Esta área prospectada con perforaciones y a la profundidad media de 120 m. está inscrita en una superficie de aproximadamente 0.5 km², que es la extensión total del área en estudio.

El equipo que se usó para una exploración rápida y de resultados cuantitativos de las muestras obtenidas, fue de tipo de acción neumática (rotatorio y percusión), dicho equipo combina las características de giro y percusión por medio de acción neumática a presión (aire a presión), de un martillo neumático, obteniendo buenos resultados para el tipo de roca (derivados y piroclásticos) que se presenta en este yacimiento de uranio; también las sondas con recuperación de polvos fueron muy positivas.

4.4 - TOMA DE MUESTRAS.

La toma de muestras efectuadas en el Área Margaritas, incluyendo también el método de muestreo de la mina Domitila, han tenido varios objetivos:

Primeramente se recolectaron muestras en miembro inferior de la Formación Escuadra en la que se abrieron varios tajos, obteniendo buenas concentraciones de uranio; en este miembro el método utilizado fue del tipo de canal (en forma de U).

Se tomaron muestras de mano superficiales en los altos radiométricos y en las Formaciones Nopal y Escuadra, de ambas miembros tobáceo y lávico, para estudios de mineralogía, petrografía y paragénesis, así como para conocer la ley del mineral de uranio — (% U₃₀₈).

El método en las minas Doritila y Las Margaritas, fue de muestra de canal, haciendo franjas o canales (10 cm. de ancho y 2 cm de profundidad). Siguiendo la pared derecha, pared izquierda y a cada dos metros semicírculo en forma de U invertida, efectuándose en las diferentes obras abiertas con carácter de exploración geológica-minera.

Estas muestras obtenidas salen de la mina para ser más quebradas, mezcladas y cuarteadas, para obtener un compuesto y es de representativa. Se conoce entonces de un modo cuantitativo la ley media de U₃O₈ en cada nivel, para posteriormente efectuar estimaciones de ley media y toneladas.

Por último, tenemos el muestreo que se recupera de nícleos y polvos de la barreración, conjuntamente con los registros de rayos Gama ; se obtienen leyes y toneladas en trabajo de gabinete, que se describirá más adelante.

4.5 - METODOS GEOFISICOS.

RADIOMETRIA.

a)- DESCRIPCION DE LOS APARATOS.

La prospección radiométrica aplicada al yacimiento uranífero Las Margaritas, se efectuó utilizando instrumentos para determinar las radiaciones (Rayos Gama), emitidas por las masas de minerales uraníferos presentes.

Los instrumentos utilizados para la detección de Rayos Gama, fueron los contadores Geiger-Müller y los Cintilómetros, las partículas gama son de igual naturaleza que los rayos X (radiaciones electromagnéticas); su velocidad es cercana a la de la luz pero con penetración de 10 a 100 veces mayor que las partículas Beta y de 100 a 1000 veces mayor que las partículas Alfa.

b)- METODO DE TRABAJO.

La exploración radiométrica o prospección de este yacimiento, consiste en levanta-

miento geológico-radiométrico, tanto en la superficie como en el subsuelo.

Una vez levantadas la topografía y geología superficial y subterránea (cambios litológicos, sistemas de fracturas, fallas (mineralizaciones)), se efectuó el reconocimiento radiométrico o " Barrido radiométrico ", consistente en tomar lecturas de los aparatos usados, según estaciones que van cada metro en la obra de mina, recorriendo — sistemáticamente las tablas o respaldos, techo y piso en cada estación, anotándose en el plano topográfico-geológico, antes levantado.

Igual se efectuó en zonas de fracturamiento, anotando las lecturas radiométricas — con sus valores y características geológicas (mineralización uranífera, alternaciones oxidaciones).

La prospección radiométrica descrita es de gran valor para investigar la presencia-extensión horizontal y vertical, de la mineralización uranífera, sirviendo además de base para trazar programas de exploración para los cuerpos mineralizados y así definir su forma y tamaño y poder efectuar la cubicación de reservas, apoyándose en los resultados del muestreo sistemático.

4.6 - TRABAJO DE GABINETE.

El trabajo de gabinete consistió en la interpretación de los datos geológicos levantados en el área y en las obras de exploración de cada nivel de la mina Domitila, así como los rasgos geológicos y estructurales, tanto de superficie como de subsuelo. También la elaboración de planos, diagramas y secciones que incluyen en este trabajo. Así mismo, se anexa el plano de una sección radiométrica y la explicación del trabajo de gabinete para el cálculo de ley media, volúmenes y tonelajes efectuados para el cálculo de reservas por medio de barrenación sistemática y registro de Rayos Gamma.

BLOQUE No. 1

PLANOS DE REFERENCIA.

Este bloque está limitado al norte por la sección 1, comprendiendo las bases 42, y

46, y al sur, por la sección II, comprendiendo las bases 47; y al oeste, por un plano vertical que pasa por la base 46; y al este, por un plano vertical que contiene las bases 42 y 47.

Los cálculos para los cuerpos mineralizados que caen dentro de este bloque se numeraron progresivamente de la superficie a la profundidad.

CUERPO No. 1.

$$\text{Area en sección I } 197 \text{ } 9 \text{ } 57 = 263 \text{ m}^2$$

$$\text{Area en sección II } 2 \text{ } 3 - 1 \text{ } 0.5 \text{ } 1 \text{ } 5 \text{ } 80 = 92.5 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$A = \frac{263 + 92.5}{2} = \frac{355.5}{2} = 177.5 \text{ m}^2$$

VOLUMEN :

$$V = A \times d$$

$d = 25\text{m}$ (separación entre las secciones I y II).

$$V = 177.5 \text{ m}^2 \times 25\text{m}$$

$$V = 4440 \text{ m}^3$$

TONELAJE:

$$T = \text{Volumen} \times \text{Gama}$$

: gama es densidad de la riolita 2.3 ton/m^3

$$T = 4440 \text{ m}^3 \times 2.3 \text{ ton/m}^3$$

$$T = 11,000,00 \text{ ton.}$$

LEY MEDIA:

Ley media, base 46.

Ley (% de U _g)		ESPESOR (m).		LEY X ESPESOR.
0.070	X	1.40	-	0.126
0.211	X	3.75	-	0.791
0.160	X	3.80	-	0.748
0.456	X	2.00	-	0.912
0.440	X	1.25	-	0.550
0.216	X	4.90	-	1.058
		<u>17.10</u>		<u>5.185</u>

$$\text{Ley } b \text{ } 46 = \frac{5.185}{17.10}$$

$$\text{Ley } b \text{ } 46 = 0.303 \% \text{ de } U_{g}$$

LEY MEDIA:

Ley media, base 50.

Ley (% de U _g)		ESPESOR (m).		LEY X ESPESOR.
0.025	X	1.80	-	0.045
0.130	X	2.00	-	0.260
0.110	X	1.00	-	0.110
0.045	X	1.25	-	0.052
0.075	X	5.60	-	0.420
0.087	X	1.50	-	0.130
0.129	X	2.50	-	0.310
0.116	X	9.70	-	1.122
		<u>25.15</u>		<u>2.449</u>

$$\text{Ley } b \text{ } 50 = \frac{2.449}{25.15}$$

$$\text{Ley } b \text{ } 50 = 0.098 \% \text{ de } U_{g}$$

Ley (% de U_3O_8)			ESPESOR		LEY X ESPESOR	
B	46	0.303	X	17.10	-	5.190
B	50	0.098	X	25.15	-	2.460
				42.25		7.650

$$\text{Ley m.} = \frac{7.650}{42.25}$$

$$\text{Ley m.} = 0.181 \% \text{ de } U_3O_8$$

$$11,000.00 \text{ ton} \times 0.181 \% \text{ de } U_3O_8$$

En este bloque no. 1, del yacimiento Las Margaritas, se expone únicamente, como ejemplo, el cuerpo no. 1, ya que en el bloque en el las barrenos contaron 10 cuerpos; en este caso se sigue exactamente la misma secuencia para el cálculo de área media, volumen, tonelaje y ley media del cuerpo.

V.- GEOLOGIA DEL YACIMIENTO.

5.1 - PRESENTACION DEL DEPOSITO URANIFERO.

El yacimiento uranífero del área Margaritas, se presenta dentro de las formaciones volcánicas terciarias (Formación Nopal, Formación Escudra), y en una formación sedimentaria del cretácico inferior (Formación Edwards), estas formaciones se inclinan hacia el norte y centro de la sierra, con topografía abrupta.

Según los datos obtenidos en el sistema de barrenación sistemática, obras de mina (en calizas y volcánicas), y con auxilio del muestreo, se puede ver que la presentación del depósito uranífero de esta área contiene minerales secundarios en el miembro superior de la Formación Nopal y en el miembro inferior de la Formación Escudra, principalmente y con las mejores leyes medias en la Formación Nopal. Los minerales secundarios de uranio, se alojan dentro de los espacios del fracturamiento y la mineralización

se prolonga hasta las calizas del Cretácico Inferior (Formación Edwards), donde la mineralización se presenta también en zonas de fracturas y fallas, demostrando la ausencia de guía litológica y posiblemente la extensión vertical del yacimiento ; Esto es importante, porque permite considerar la difusión por porosidad, además del hidrotermalismo.

Se observan en la zona Margaritas, desde la Formación Nopal y prolongándose hasta las calizas, zonas hematizadas en el lapilli de la Formación Escudra (miembro inferior), y en el contacto con la Formación Nopal (miembro superior riolítico), así como en las calizas; la silicificación está muy presente y la mineralización se presenta especialmente en estas zonas.

El miembro inferior de la Formación Escudra, en el Área Margaritas, está constituido por un monto de lapilli, (2 a 5 m. de espesor), y tobas riolíticas, que por su naturaleza son muy porosas, conteniendo minerales secundarios de uranio; este miembro superior es de la Formación Escudra aflora escasamente en el área, debido a que el miembro superior está erosionado, descubriendo al inferior; los minerales secundarios se pueden observar aquí, en unos tajos que se abrieron para poder observar mejor este miembro inferior; su espesor se aproxima entre 5 y 10 m.

Los minerales secundarios de uranio, se presentan sobre todo en el contacto entre las Formaciones Escudra y Nopal, separados por conglomerado calcáreo muy local que no está mineralizado; la presentación uranfíera principal y de mejores leyes está en la Formación Nopal (miembros superior e inferior), precisamente en el contacto riolítico-toba. En el miembro superior de la Formación Escudra, consistente de derrames riolíticos también se encuentra mineralización, aunque más escasa.

Por último, tenemos minerales también secundarios de uranio en calizas, no siendo tan importantes, en presentaciones como en las formaciones volcánicas.

La difusión por porosidad de los minerales secundarios de uranio es un mecanismo importante, que ha permitido la extensión horizontal del yacimiento con orientación N., aproximadamente.

En las calizas, la mineralización de uranio está distribuida en fracturas delgadas - que afectan a apéculas con rumbo N-S y actitud vertical.

EN RESUMEN.

La mineralización principal en el Area Margaritas, se presenta en :

- 1) - El contacto entre las Formaciones Escabeira (miembro inferior tobáceo), y la Nopal (miembro superior lávico), a lo que le llamamos zona de tobos de lonilli.
- 2) - En la zona silicificada de la Formación Nopal (en sus dos miembros).
- 3) - En fracturas de las calizas de la Formación Edwards.

5.2 - FORMA Y DIMENSIONES DEL CUERPO GRAVIFERO.

Superficialmente el cuerpo radioactivo mineralizado del Area Margaritas presenta forma irregular (lapilli), en el subsuelo se presenta en forma de montos a diferentes profundidades. La mineralización se extiende a 800 m con dirección N-S y 650 m con dirección E-W.

Hacia el subsuelo la mineralización conocida se extiende hasta 120 m (prof. alcanzada por las barrenos), presentando continuidad hacia abajo; la ley media entre 0.162 % U₃O₈, encontrándose horizontes con leyes hasta de 3.6 % U₃O₈; en total se calcularon - 1,475,075 ton. de mineral de lo cual la remoción obligada de roca por el método de tajo abierto sería de 9,198,750 de ton. cabe hacer notar que de las 8,051,725 toneladas de material estéril, existen zonas de material marginal que puede ser tratado por medio de un método de beneficio oleoso a la baja ley del mineral.

En sección vertical (subsuelo), el estudio de la forma y dimensiones se ha llevado a cabo por medio de barrenos y registros de Rayos Gamma, para posteriormente en el gabinete llevarse a cabo su interpretación.

El mineral de uranio se encuentra, como ya se dijo, en el contacto entre las formaciones volcánicas terciarias y en ellas mismas el mineral se distribuye lateralmente y a distintas profundidades en forma de montos, con espesores que van desde 0.50 a 5.00 m.; esto se puede observar en los bloques diagramáticos y secciones que se incluyen en el trabajo.

En las calizas, la mineralización de uranio presenta la forma de las fracturas por ellas existen, ya que se encuentra el mineral rellenado; dichas fracturas, de rumbo N-S y que van hacia abajo, sólo se han explorado hasta el nivel - 30 de la mina Danitila y se ha encontrado que algunas fracturas se continúan.

Se ha observado, por medio de obra de mina (mina Danitila), la mineralización en las calizas y con los barrenos, que han llegado 160 m. aproximadamente, se le ha calculado la ley de 0.40 % U₃O₈, en el contacto con las rocas volcánicas (miembro inferior inferior de la Formación Nopal).

Las reservas medidas en la mina Danitila, arrojan los totales siguientes:

Ley media 1.197 kg. / ton.
 Total 6,427.58 ton.
 Contenido 7,693.81 kg. de U₃O₈

Se anexan los planos correspondientes que muestran las porciones calculadas.

MINA DANITILA SIERRA DE PEÑA BLANCA (RESERVAS MEDIDAS).

Bloque No.	Área m ²	Altura M.L.	Profundidad M.L.	Volumen m ³	Toneladas	Ley %
Cuerpo 1	592.20	—	7.0	4,145.40	9,534.42	0.279
1 2	592.20	7.0	—	4,145.40	9,534.42	0.286
Cuerpo 3	133.40	15.0	—	2,001.00	4,602.30	0.118
11 4	99.20	8.0	—	793.60	1,825.28	0.134
					6,427.58	

5.3 - CONTROLES ESTRUCTURALES DE LA MINERALIZACIÓN.

Los controles principales de la mineralización uranífera en el Área Margaritas, son litológicos y estructurales. Dichos controles son: La hematitización y silicificación que afectaron más a las rocas volcánicas que a las calizas; se manifiestan en una zona muy fracturada y fallada, extendiéndose hasta el nivel -D; la mineralización se encuentra substituyendo las feldespatos de las rocas láticas; los minerales son secundarios (vanadatos, asociado algunas veces con silicatos hidratados), y se encuentran en roca silicificada, en relación estrecha con los feldespatos (reemplazamiento dentro de los cruceros o en cavidades de disolución presentes en zonas de oxidación y silicificación intensa).

Bajo de las riolitas sigue la mineralización de tipo hidrotermal dentro de las calizas, con minerales secundarios de uranio (silicatos hidratados, fosfatos), alojados en volúmenes de fracturas (de rumbo general E-W) y fallas en la parte silicificada de la roca, pero también, aunque con menos frecuencia, diseminados dentro de la roca.

El brocheamiento no sigue un tipo o modelo para clasificarlo, siendo muy irregular en la masa rocosa.

El control litológico de la mineralización uranífera es la diferencia de porosidad en las diferentes formaciones en que se presentan, así como en cada uno de sus miembros lávicos y tobáceos; podemos apreciar en el plano de los bloques diagenéticos, la distribución de la mineralización respecto a las diferencias litológicas de las formaciones.

En resumen, los controles de la mineralización en el Área Margaritas son:

- 1)- Zonas de fallas y fracturas de las Formaciones Escudra, Nopal y Edwards.
- 2)- Zona de tobas de lapilli muy hematitizada (contacto entre las Formaciones Escudra y Nopal).
- 3)- Zonas hematitizadas y silicificadas de la Riolita Nopal.
- 4)- Zonas de diferentes porosidades en las distintas formaciones, donde el crujimiento supergénico juega un papel muy importante.

5.4 - MINERALOGÍA.

La mineralogía del área Mariposas es diferente a las demás áreas ubicadas en la sierra Peña Blanca, presentándose únicamente minerales secundarios.

EN LAS ROCAS VOLCÁNICAS TERCIARIAS.

SILICATOS HIDRATADOS DE URANIO.

Uranofano ————— $Ca (UO_2)_2 (SiO_3)_2 5H_2O$

FOSFATOS HIDRATADOS DE URANIO.

Selita ————— $(UO_2)_5 (SiO_4)_2 (OH)_2 5H_2O$

Autunita ————— $Ca (UO_2)_2 (PO_4)_2 10-12 H_2O$

Señala que estos minerales de uranio se presentan en las cercanías de yacimientos de minerales primarios.

VANADATOS.

Carnotita ————— $K_2 (UO_2)_2 (VO_4)_2 \cdot 1.3 H_2O$

Tuyayunita ————— $Ca (UO_2)_2 (VO_4)_2 \cdot 7-10 \frac{1}{2} H_2O$

En calizas del Cretácico Inferior se encuentran:

URANOFANO

TUYAYUNITA

AUTUNITA

Asociados con calcita, fluorita, cuarzo y yeso.

5.5 - PETROGRAFÍA Y PETROLOGÍA.

A) Mineralización de uranio en la toba de Larilli (0.09 % U_3O_8).

Esta roca es de origen piroclástico; se le ha clasificado también como roca volcánica brechada y forma parte del miembro inferior de la Formación Escudra; es matriz, de ex-

de color rojo y pardo café, consistente en fragmentos volcánicos de 1 a 6 mm; en su acción por ser porosa, conteniendo mineralización (uranífero).

Esta roca está compuesta de cuarzo, feldespatos potásico y algunos ferocristales de biotita y fragmentos de toba desvitrificados, angulosos y subangulosos; fragmentos de nisilita porfirítica, cementados por cuarzo granular y plagioclasas (fragmentos), calcedonia y granos finos de materia iolítica y hercinita; el cuarzo alcanza el 10% y el feldespato potásico el 5%, aproximadamente; algunas partes resacas son fragmentos volcánicos. La biotita (1%), en matriz clástica-cucllosa (50%), oxidada en parte a hercinita. La roca está altamente hercinitizada, silicificada y argilizada; la mineralización de uranio está concentrada en vesículas y asociada con sílice y hercinita.

MINERALIZACIÓN DE URANIO EN LA RIOLITA PORFIRÍTICA.

Esta roca es maciza de color pardo-rojo porfirítica, con matriz afanítica; está compuesta de cuarzo, feldespatos potásico y algo de biotita, en ferocristales; la matriz consiste de vidrio y megala de vidrio desvitrificado.

La biotita está muy silicificada y hercinitizada.

MINERALIZACIÓN DE URANIO EN LAS CALIZAS.

En las Calizas Edwards, inmediatamente abajo de la Formación Nopal, en el Arca Margarita, la mineralización no se presenta como remplazamiento; su control, como ya se indicó, es por medio de fracturas y fallas, que son rellenadas por roca de textura brecciosa, de color rojo ladrillo, a manera de diques; se observan megoscópicamente fragmentos elícticos muy porosas, de roca cementante calcárea, oxidada a hercinita.

Su descripción microscópica es de textura brecciosa; los fragmentos que colorean estas fracturas a manera de diques, son los siguientes:

Dionitas 5%; nisilita 1%; nesitas 10%; vidrio volcánico 5%; calizas 5%; cuarzo 4%; oligoclasina 3%; sodina 2%; biotita 1%; cementados por calcita cristalina, 20% hercinita y sílice.

La alteración de la roca es intensa; la hornatización está muy presente y notable en la roca; la hornatita está asociada con la mineralización de uranio. El proceso de silicificación fue muy extensa.

La clasificación petrográfica es de brecha, por relleno de fracturas. Muy rica y diversificada y se le puede apreciar generación de la mineralización en las fracturas mineralizadas, desde afuera hasta el centro de las vetas.

La calcita mexicana, en romboedros (variedad frente de perro), con zonas de cristalización y crecimiento nuevos; en análisis en fluorescencia X ha señalado concentración muy importante de manganeso.

Sobre estos cristales de calcita se encuentran otros cristales de calcita, en escarabajos incoloros de tamaño reducido (unos mm).

El cuarzo de facies hidrotermales, característica, en cristales incoloros bien formados; dentro de estos cristales se observan agujas de rutilo, en grupos circulares.

La fluorita, en romboedros (facies hidrotermales muy raras), de color violeta intenso (variedad autogonita).

El Yeso se encuentra rellorando las fracturas, muy limpio, con inclusiones de fluorita, feldespatos antigénicos, epizonitizados a calcita y minerales de uranio.

B)-ALTERACION DE LAS ROCAS :

La alteración de las rocas es intensa, en parte por la acción de soluciones hidrotermales y en parte por los procesos supergénicos. El fenómeno de propilitización está localizada a través de la biotita. De acuerdo con los nuevos minerales alterados más frecuentes, se encuentran los tipos de alteración hidrotermal y se pueden identificar la argilización, silicificación, sericitización, hornatización, cloritización y zeolitización.

a)- La hornatización fue muy extensa e influyó prácticamente todas las rocas en el depósito y formándose después de las rocas o con la mineralización de uranio.

B)- La silicificación consiste de cuarzo, calcedonia y a veces ópalo; el cuarzo es

fracturas formadas después de la calcación y el ópalo.

c) La argilización, consiste de minerales como la montmorillonita y otros. Los demás minerales producidos por alteración hidrotermal están presentes en menor cantidad.

C) - COMPOSICIÓN MINERAL:

La composición del mineral es consistente, de minerales de uranio, cuando están asociadas con henalita y sílice. La mineralización de uranio en la forma de uranofano y a uturita se puede observar a simple vista, en una cobertura en las fracturas de la superficie y material de relleno en las vesículas de la toba del lapilli. En estas vesículas y cavidades están principalmente rellenos de zeolitos (analcima), ópalo, - minerales arcillosos (montmorillonita), cristobalita y cuarzo granular.

En el Área Margaritas, como se expresó, no hay minerales primarios de uranio, el mineral más frecuente es la henalita, dispersada finamente en la roca y en asociación estrecha con el uranio y la calcación.

VI - GENESIS DEL YACIMIENTO.

6.1 - EPOCA DE ACTIVIDAD IGNEA EXTRUSIVA (TERCARIO MEDIO VOLCANICO).

Con las observaciones realizadas en el Área Margaritas, tanto en la superficie como en el subsuelo, se ha llegado a conclusiones mediante las cuales se presentan en este rubro los eventos geológicos siguientes:

Durante el Terciario Medio volcánico.

En esta Área hay rocas ígneas, supuestamente en conexión con las generadas durante la actividad ígnea terciaria, encontrados en gran parte del territorio nacional (Cerrado Medio volcánico); que en la porción central y norte de la sierra de Peña Blanca está presente en una potente sección, cuya secuencia en el área de estudio comienza con la unidad de derrames riolíticos " El Nopal ".

6.2 - FORMACIÓN DEL QUENCO.

Fracturamientos internos y en especial zonas donde las fracturas convergen dando lugar

por porosidad y permeabilidad a las rocas, estas fracturas pueden clasificarse como de enfriamiento y de origen tectónico. Las fracturas resultantes de fuerzas tectónicas, durante movimientos corticales, son los más importantes y responsables del brecciamiento en el área, afectando a la zona de tobos y rialitas, principalmente.

Tuvieron lugar asentamientos y movimientos horizontales manifestados por espejos de fallas con estriaciones verticales y horizontales.

En realidad el brecciamiento en esta área de estudio es de nueva importancia; ya que el enfoque principal de la génesis del yacimiento es la etapa de mineralización y migración del uranio, basándose específicamente en estudios petrográficos.

6.3 - ETAPA DE MINERALIZACIÓN URANÍFERA DE TIPO HIDROTHERMAL.

De temperaturas y presiones bajas o sea muy superficial, en que los fluidos hidrotermales ascendieron por zonas de fracturamiento intenso, con temperaturas entre 100° y 50°C.

La mineralización uranífera hidrotermal interesó en general en toda la porción central y norte de la sierra Peña Blanca, en la sección volcánica terciaria o secuencia de tobos y rialitas y, localmente, en fracturas de las formaciones sedimentarias que subyacen a las volcánicas (Formación Eduarda).

Esta etapa de mineralización del uranio por alteración hidrotermal se resume en tres etapas, a su vez:

a) - Primeras alteraciones hidrotermales y depósito de la mineralización (minerales primarios).

Primera se tiene una etapa de movimientos tectónicos intensos, existen tres fallas normales en el área (dos de ellas convergen al este, en forma de escalera), aconteciendo al final del depósito de la sección volcánica; después los fluidos hidrotermales ascendentes se obstaculizan y depositan en zonas de menor fracturamiento, incluyendo a las calizas; éstas, a su vez, contaminan a las rocas volcánicas (con calcita) y quizá esta contaminación juega un papel importante en la precipitación del uranio.

b)- Fenómenos hidrotermales últimos.

En los últimos fenómenos hidrotermales se intensifican; las calizas siguen conteniendo desde las fracturas, también tuvieron lugar circulaciones ácidas a lo largo de los desarroses.

Las condiciones cambian: El Eh más elevado y el ph, más bajo; de las rialitas es intensamente silicificada y hematizada, al igual que las fracturas, precipitando el uranio.

c)- Por último, el cese de las alteraciones hidrotermales y el largo proceso de lixiviación natural, así como la mineralización de más profundidad; este fenómeno, hasta la fecha sigue actuando.

Primariamente, por las aguas meteóricas, hay alteración muy intensa a lo largo de las fracturas, quedando (testigos), partes más alteradas aisladas y casi todas mineralizadas; esta alteración comprende desde la superficie hasta el nivel -50, que se ha explorado en alizos.

En seguida la mineralización de uranio (ya precipitado y reprecipitado), concentrándose desde las zonas muy porosas (tobas de lapilli), concretamente en vesículas asociadas con sílice y hematita.

En la actualidad se observan únicamente minerales secundarios, explicándose la génesis del yacimiento de esta manera; así se interpreta la repartición curiosa del yacimiento, teniendo los máximas grandes concentraciones en los contactos rialita-toba.

VII- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 - CONCLUSIONES.

Con los datos obtenidos y los trabajos efectuados a la fecha, durante el desarrollo del presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones del estudio geológico del yacimiento de uranio en el Área Margaritas.

Este importante yacimiento uranífero de Las Margaritas se considera de enriquecimiento supergénico, pero de origen hidrotermal; la presencia de secundarios y la ausencia de primarios de uranio en dicha área lo ratifica.

Los silicatos hidratados de uranio se pusieron a emplazar durante la alteración hidrotermal, tal vez dentro de los feldespatos, a través de las zonas de poca alteración o dentro de la masa rocosa; los vanadatos se ven rellenando cavidades de disolución de los feldespatos y en fases reducidas, asociadas a pirita.

Los cuerpos mineralizados en forma de montos son la evaluación original de lixiviaciones amplias para formar minerales secundarios de uranio (uranofano $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, a partir de uraninita (UO_2)).

Emplazados estos cuerpos en los miembros inferior es de la Formación Escudra y superior e inferior de la Formación Nopal, principalmente, y con mejores concentraciones en los contactos y fracturas de todas estas formaciones, incluyendo a la Formación Estrada (Cretácico Inferior).

La discordancia roca marina-roca volcánica, que es donde la mineralización se presenta, se ha considerado como guía de dicha mineralización.

A las rocas volcánicas félsicas (extrusivas), de la porción centro y norte de la sierra Peña Blanca, les ha asignado edad terciaria, aunque también afloran rocas volcánicas félsicas de rasgos estructurales y estratigráficos que hacen pensar en edad del Cretácico Superior; todas estas unidades volcánicas presentan un grupo importante de anomalías radiométricas que, en condiciones favorables, pueden ser buenos depósitos uraníferos.

En lo que si coinciden todas estas anomalías de la provincia uranífera de la sierra Peña Blanca, es en que en todas se han encontrado óxidos de hierro, siendo éste ahora una guía mineralógica (hercinita, goethita, limonita).

Esta área por consiguiente, es de gran importancia, por ser potencialmente uranífera en lo cual juegan un papel muy importante el conocimiento de los controles estratigráfico y estructural, tanto de superficie como de subsuelo, en la mineralización por secundarios de uranio.

7.2 - RECOMENDACIONES.

En la mineralización uranífera del Área Margaritas, en rocas ígneas extrusivas félsicas del Cenozoico y rocas marinas del Mesozoico, es recomendable seguir haciendo estudios geológico económicos, al igual que en otras áreas, seguir investigando a más profundidades de la que a la fecha se está dando (120 m.), con equipo de perforación neumática (percusión y rotación), en sitios de condiciones estructurales índices : Zonas de fracturamiento intenso con mineralización presente (altos radiométricos), y en general, continuar cubriendo con red de espaciamiento de 15 X 15 m con barrenación vertical.

De esta manera se pueden evaluar todas las anomalías descubiertas a la fecha, tener los análisis estructural u estratigráfico más precisos y, por último, la génesis más exacta de esta importante provincia uranífera, para así tener mejor conocimiento y desahogar la búsqueda de minerales de uranio en toda la República Mexicana, en donde se presentan condiciones similares.

Más no es poco lo que se ha logrado; ahora sabemos que las rocas volcánicas félsicas son buenas contenedoras de uranio y se pueden realizar objetivos geológicos dentro del mismo estado de Chihuahua, donde afloran rocas de este tipo y de diversas edades.

Los primeros serían los objetivos geológicos cenozoicos: la región limítrofe con E. U.S.A. al sur de Ojinaga y alrededores de este extenso campo volcánico paleoceno-cenozoico de la región sur de Big Bend, en Texas, donde ya se conocen algunas anomalías radiométricas y mineralizaciones de uranio.

Posteriormente, como objetivos por seguir, serían las mesetas y sierras continuas de la Sierra Madre Occidental, donde las edades fluctúan entre oligo-mioceno y aún pliocénicas.

Pero se pueden tener objetivos geológicos de varias edades también. Como ejemplo palpable se tiene en la sierra Peña Blanca, la Formación Tobas Cuervo, única localidad conocida de Chihuahua de rocas volcánicas de edad diferente a las cenozoicas y, además, - conteniendo anomalías radiométricas.

De esta manera podemos extendernos a otros estados con rocas volcánicas análogos; - principalmente Sonora, Nayarit, B.C. , Etc. ; y aún mas, se podría hacer una posible extrapolación de conceptos geológicos para la definición de objetivos geológicos, para -

prospectar por uranio en el continente americano, en rocas volcánicas félsicas cenozoicas. Con la experiencia de la sierra Peña Blanca, es posible realizar estos objetivos.

VIII - BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.

8.1 - BIBLIOGRAFIA.

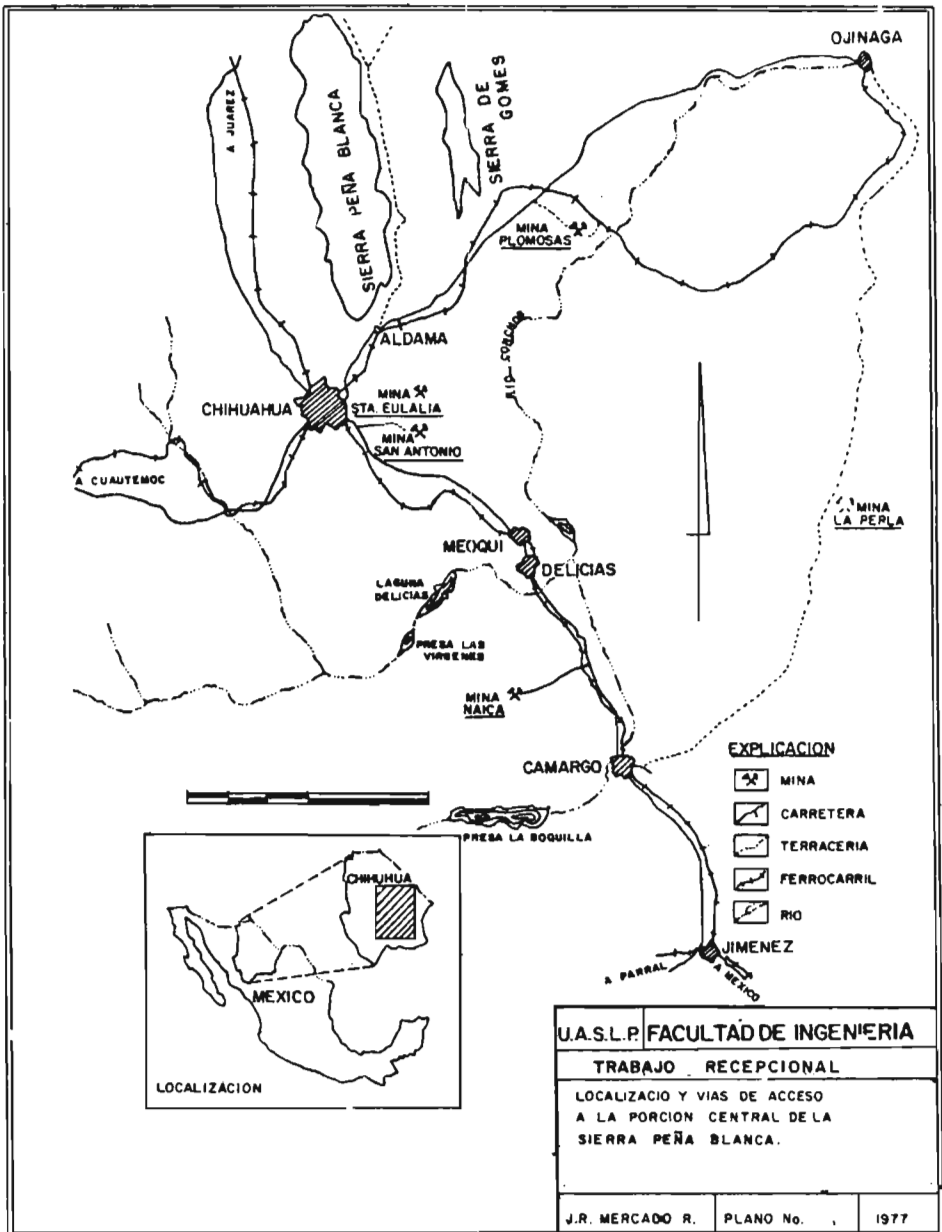
- Billings W.P., 1963, *Geología Estructural*, Editorial EDESA.
- Saltard J. Thomas, 1960, *The Uranium Prospecting Guide*.
- Dunbar O. Carl, Rodgers J., 1968, *Principios de Estratigrafía*, Editorial CECSA.
- Dunbar O. Carl, 1963, *Geología Histórica*, Editorial CECSA.
- Echegaray A. Francisco, 1958, *Manual de exploración del Uranio*, C.N.E.M.
- Gilluly J., 1964, *Principios de Geología*, Editorial Aguilar.
- Huang H., 1968, *Petrología*, Editorial UTRE.
- Leet y Judson, 1975, *Fundamentos de Geología Física*, Editorial Limusa.
- McKinstrey H.E., 1961, *Geología de Minas*, Editorial Omega.
- Pattison F.J., 1963, *Rocas Sedimentarias*, Editorial EDESA.
- Representaciones y servicios de Ingeniería U.N.A.M., 1961, *Topografía General*.
- Zemmerge H. James, 1962, *Elementos de Geología*, Editorial Continental.

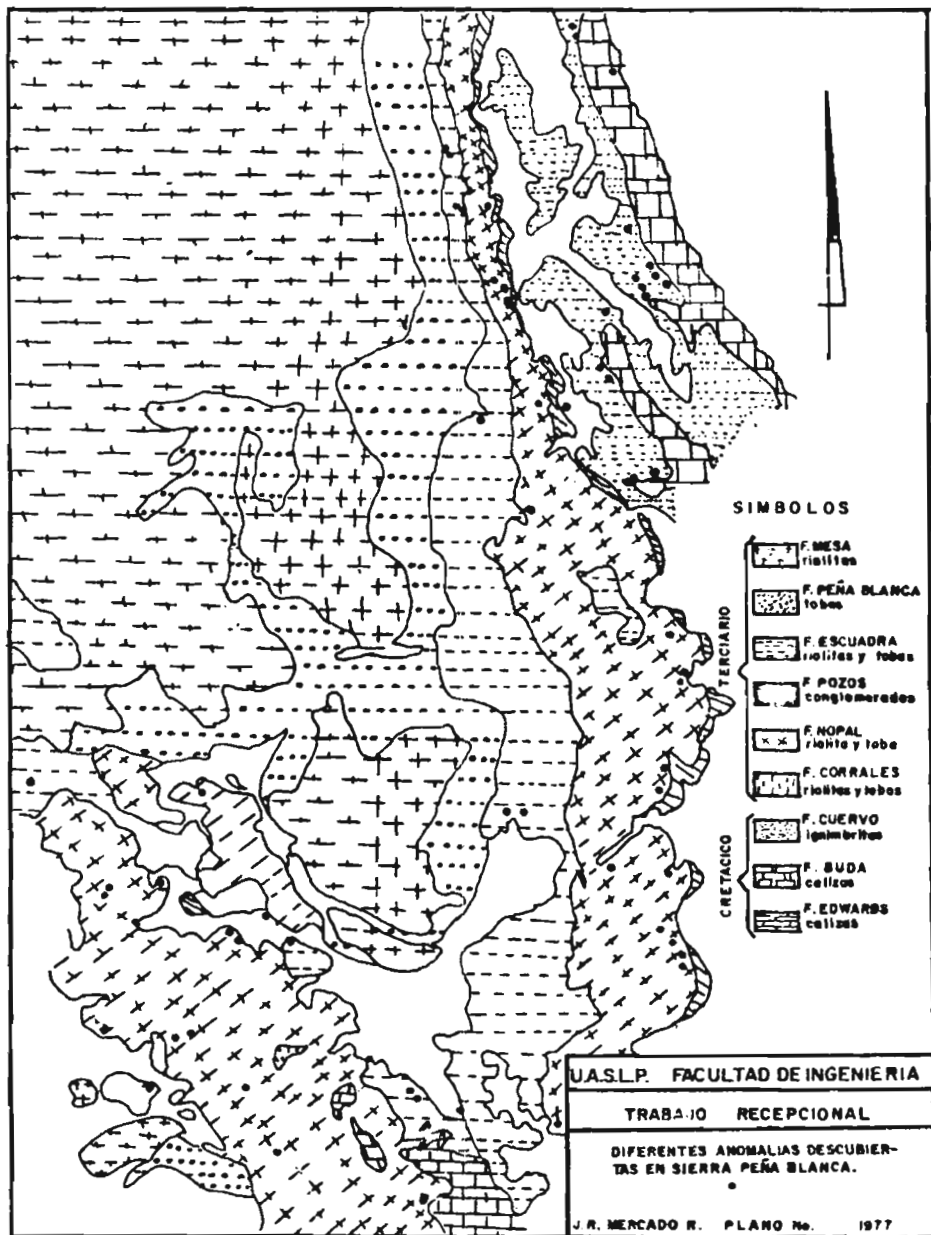
8.2- REFERENCIAS

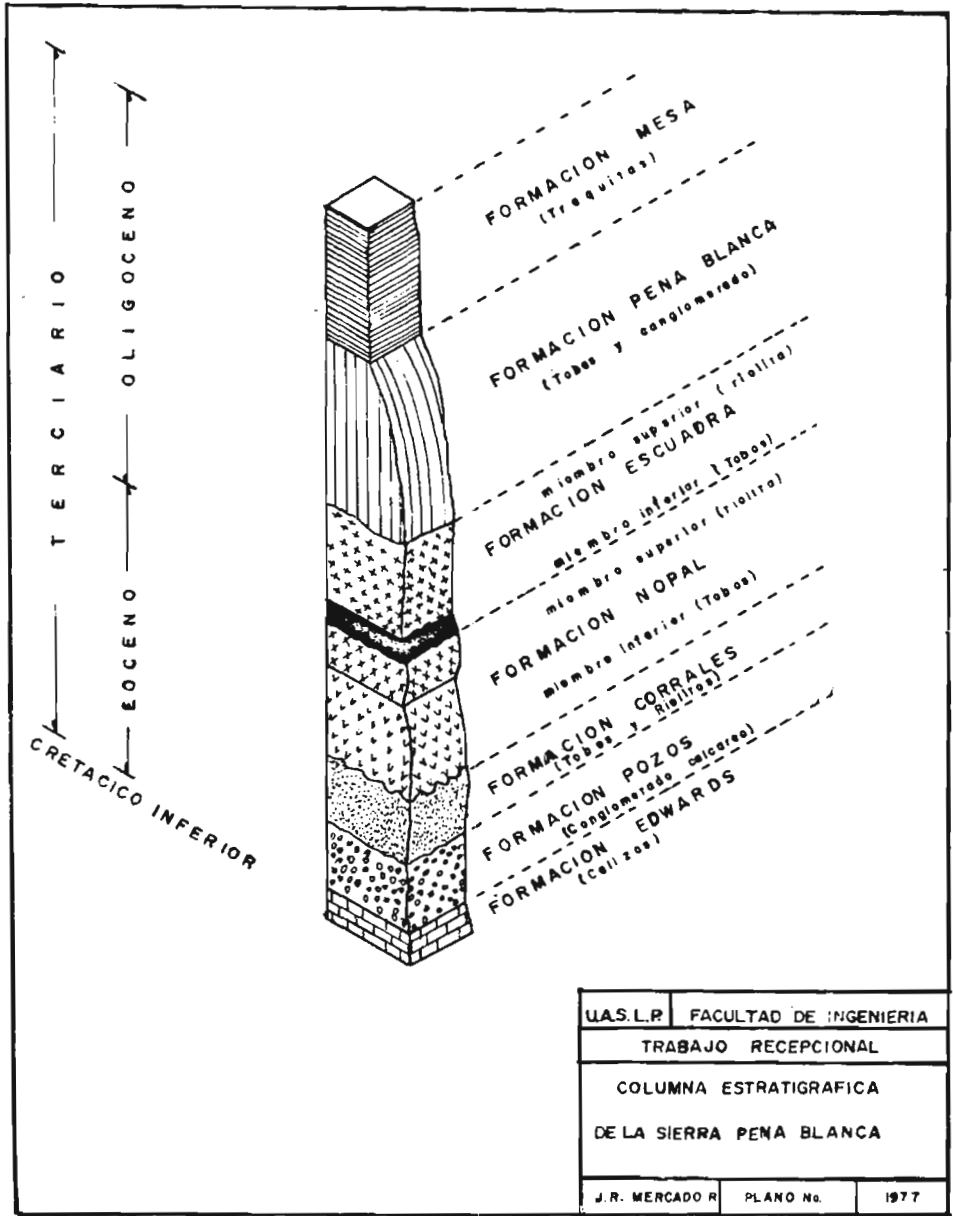
- Alfaro E. Francisco, Elizondo J.R., Calderón A., 1963, *Resultado de las exploraciones Geológicas mineras de la C.N.E.M. en la República Mexicana, en lo referente a minerales radioactivos.*, C.N.E.M. No. 141 (G-2).
- Acavedo J.F., Ramírez, 1957, *Notas sobre la Geología de Chihuahua*, Vol. Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros Vol. No. 9, págs. 583-770.
- Acavedo C. Francisco y Ramírez, 1956, *Plano geológico del Edo. de Chihuahua (compilación de planos de archivos de Pemex)*. Esc. 1/1000000.
- Boletín Meteorológico del Edo. de Chihuahua* Vol. No. 9, 1939, Servicio Meteorológico e Hidrografía, Depto. Geográfico, Esc. 1/4000000.
- Centro de Estudios Económicos U.N.C.H., 1971, *Monografías Municipales del Edo. de Chihuahua*, .
- Calás George, 1976, *Constantino H. Sergio, Arcillas Montmoriloníticas asociadas con alteración hidrotermal en el Distrito uranífero de Chihuahua, Méx., Congreso Latinoamericano de Geología Acapulco, Gro. Méx.*

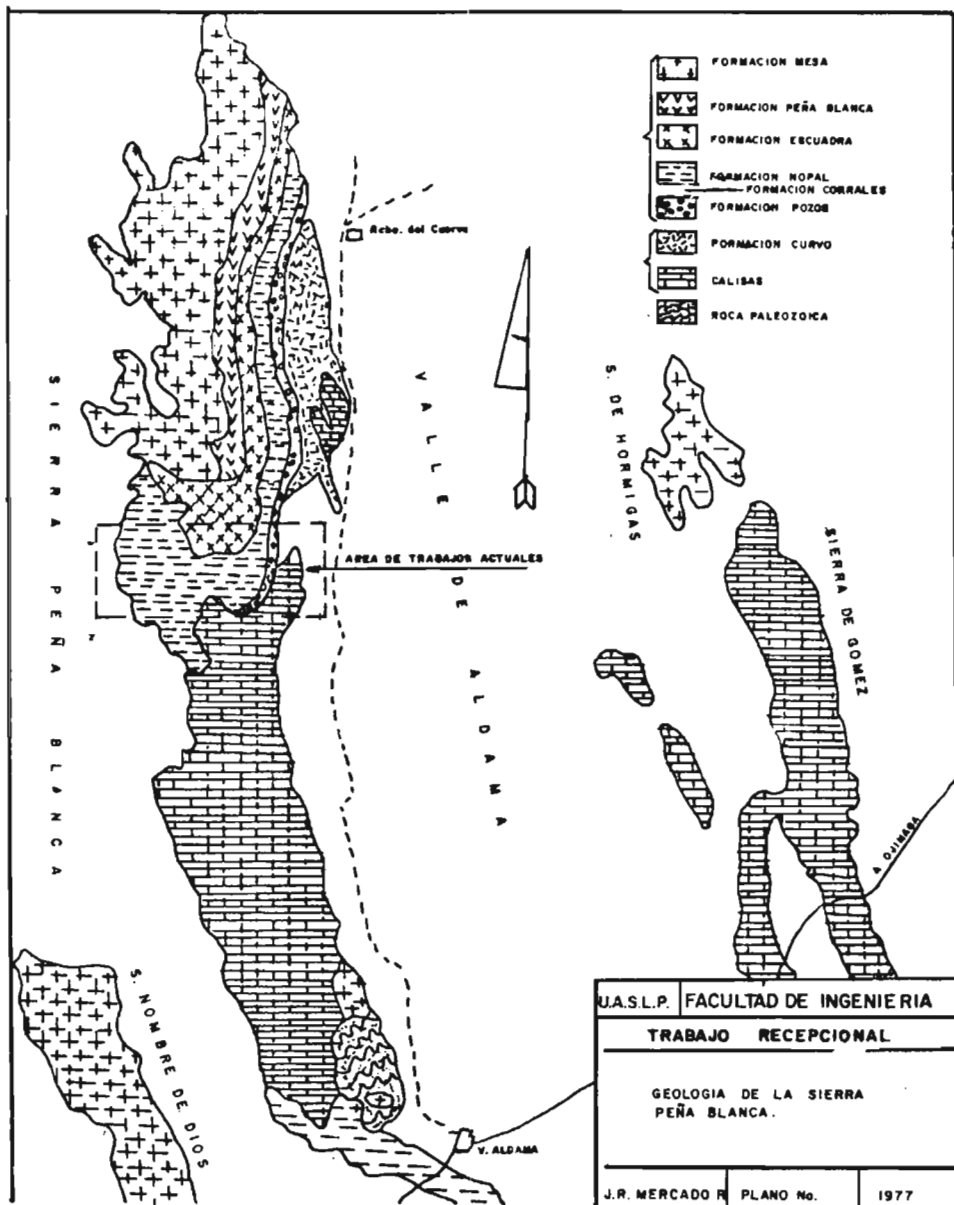
Ibarra V. Valentín y Chávez A. Rafael, 1969, Memoria de la VIII Convención Nacional de Ingenieros, Metalurgistas, de Minas y Geólogos de México, Pags. 257-275, Texcoco, Gro.

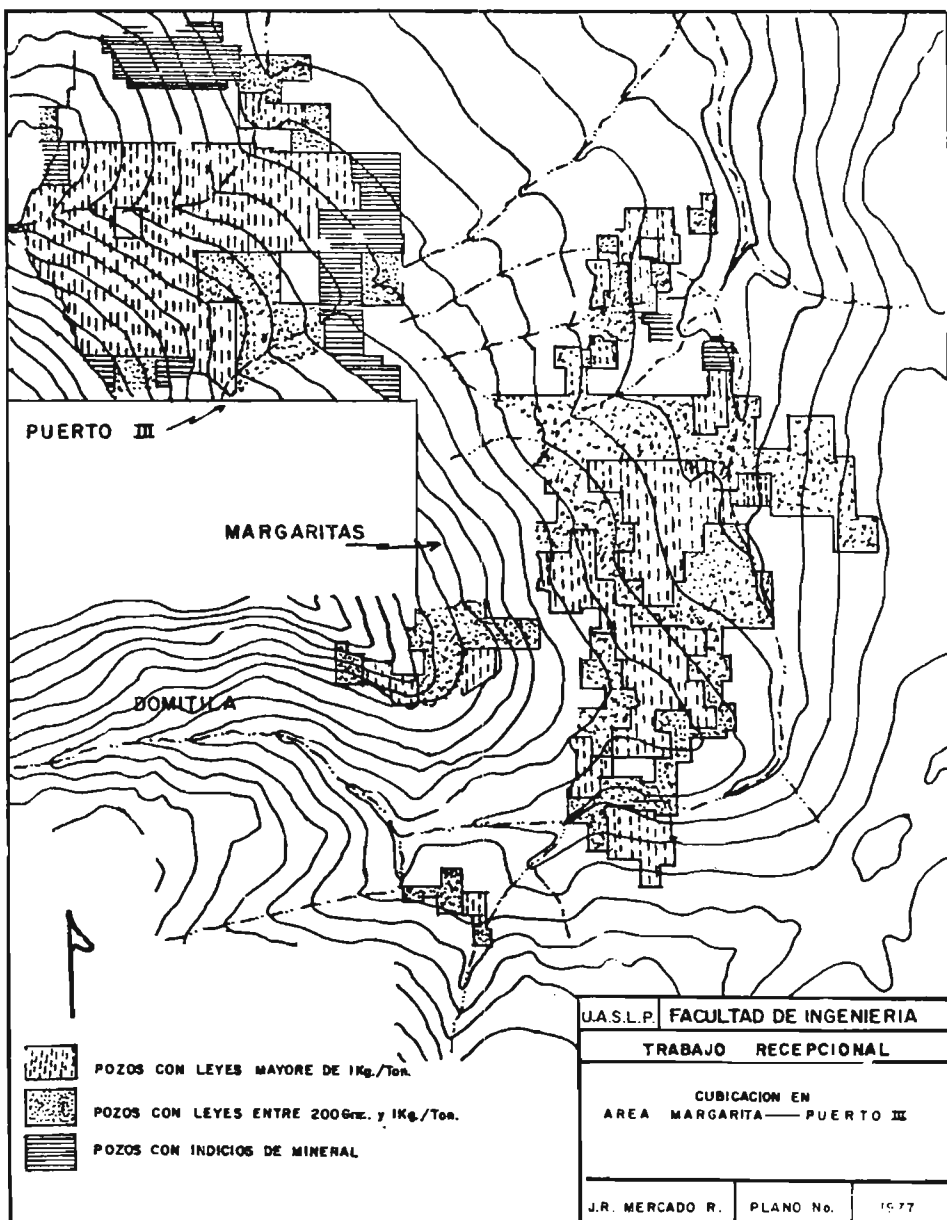
Kondrashova Valentina, 1976, Estudio Petrográfico de Nopal I, III, Margaritas, Durango, y Puerto I, Depósitos auríferos de Chihuahua, Méx. en trabajo recepcional.

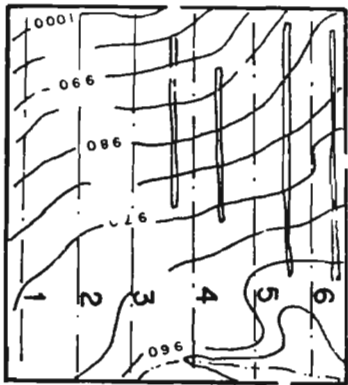




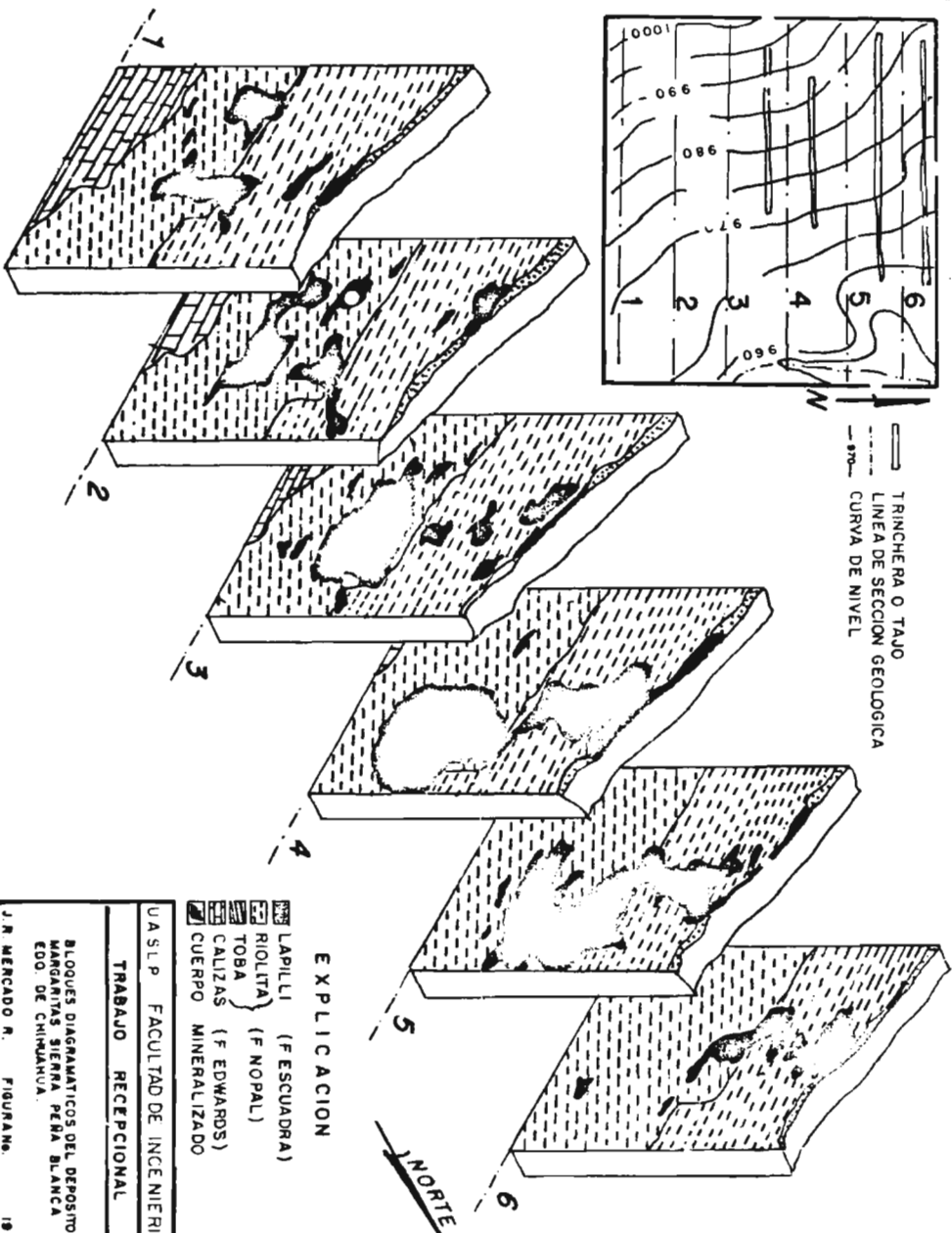








— TRINCHERA O TAJO
 - - - LINEA DE SECCION GEOLOGICA
 — CURVA DE NIVEL



EXPLICACION

- ▨ LAPILLI (F ESCUADRA)
- ▨ RIOBITA (F NOPAL)
- ▨ TOBA
- ▨ CALIZAS (F EDWARDS)
- ▨ CUERPO MINERALIZADO

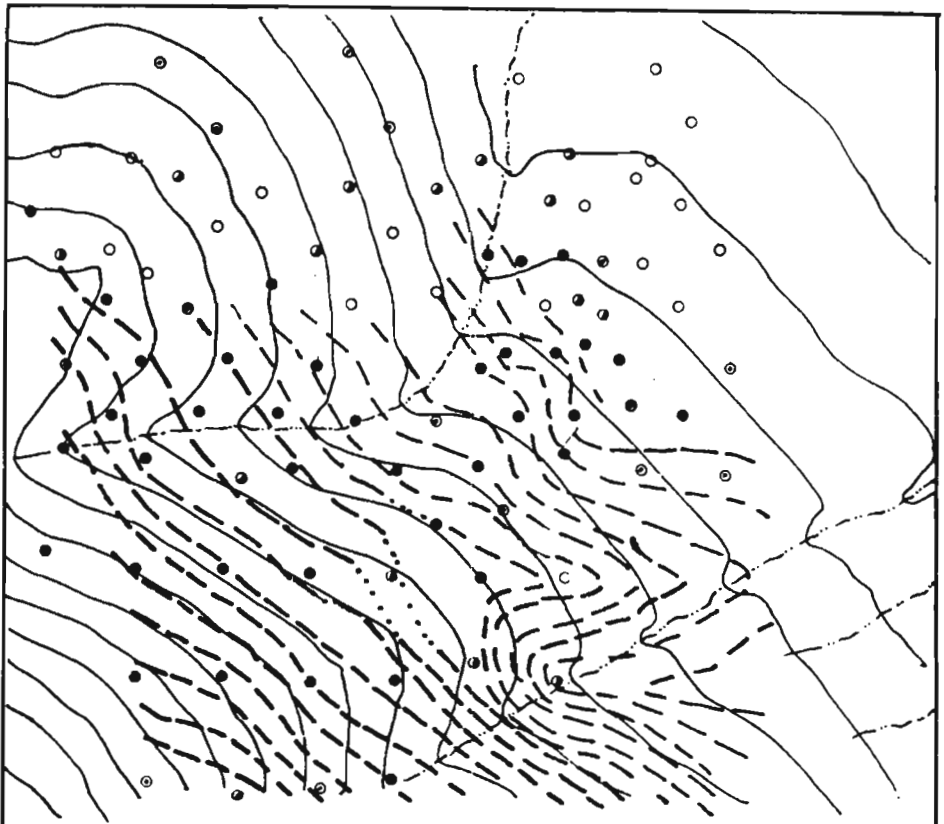
UASLP FACULTAD DE INGENIERIA

TRABAJO RECEPTACIONAL

BLOQUES DIAGNOSTICOS DEL DEPOSITO
 MARGARITAS SIERRA PERA BLANCA
 EDO. DE CHIMANUVA.

J.R. MERCADO R. FIGURANA.

1977

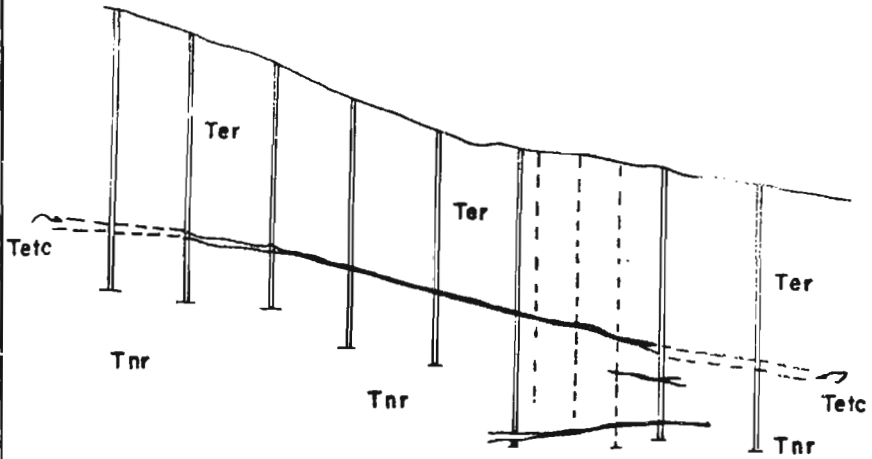


EXPLICACION

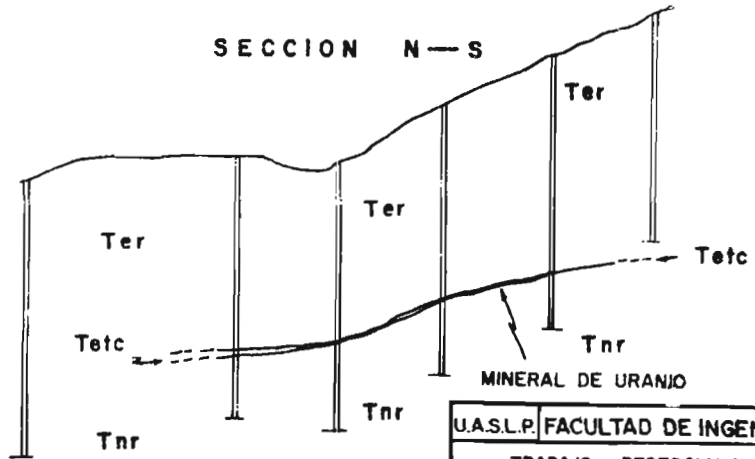
- 1000 CURVA DE NIVEL
- ESCURRIDERO
- POZO SIN ANOMALIA
- POZO CON LEY MENOR DE 200 Gr./Ton.
- ◐ POZO CON LEY ENTRE 200 Gr. y 1 Kg./Ton.
- ◑ POZO CON LEY MAYOR DE 1 Kg./Ton.
- - - CURVA ESTRUCTURAL

U.A.S.L.P.	FACULTAD DE INGENIERIA	
TRABAJO RECCIONAL		
CURVS ESTRUCTURALES DEL DEPO- SITO URANIFERO "PUERTO III", SIERRA PENA BLANCA EDO. DE CHIHUAHUA.		
V.R. MERCADO R.	PLANC No.	1977

SECCION W-E



SECCION N-S



U.A.S.L.P. FACULTAD DE INGENIERIA

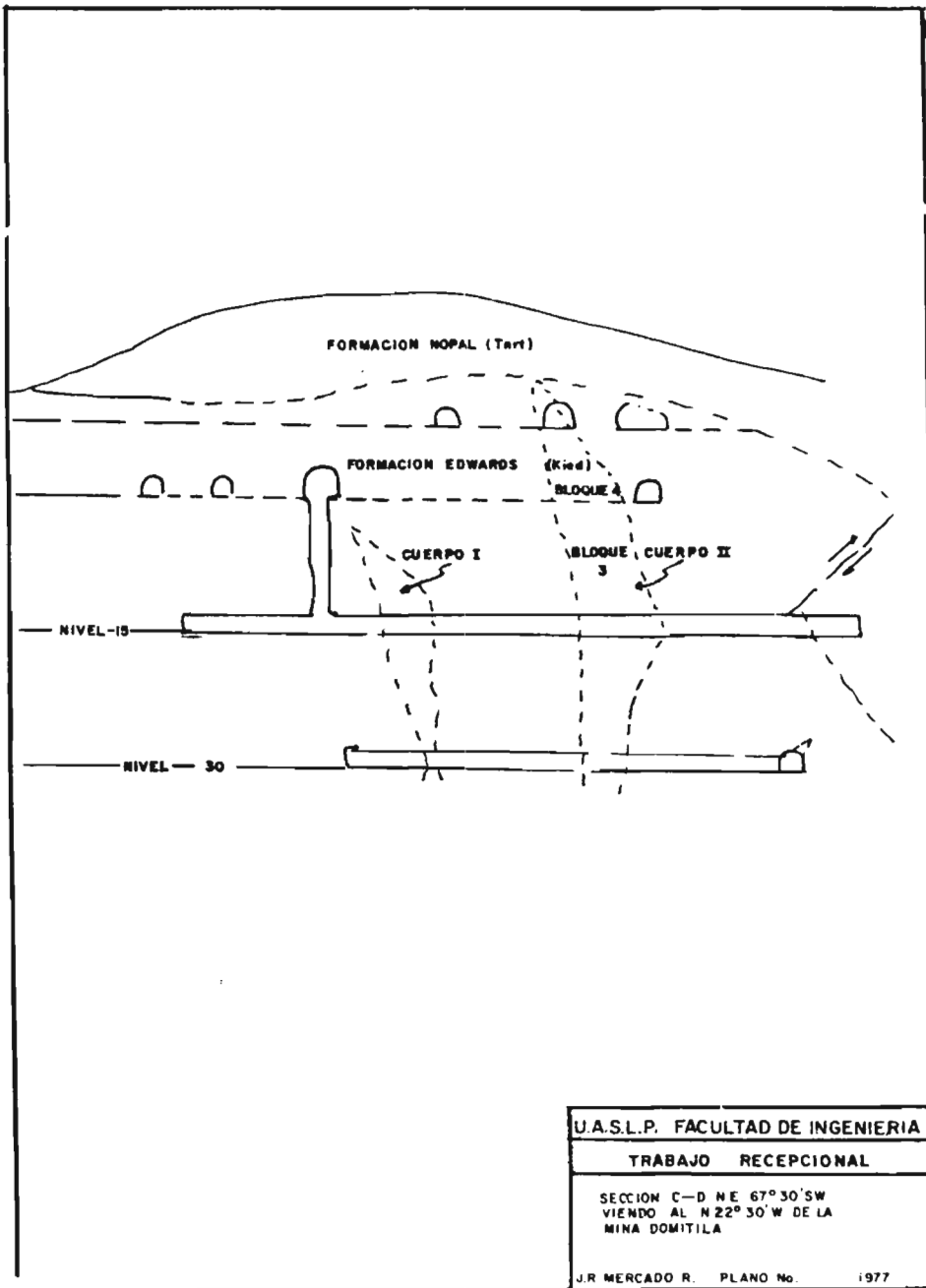
TRABAJO RECEPCIONAL

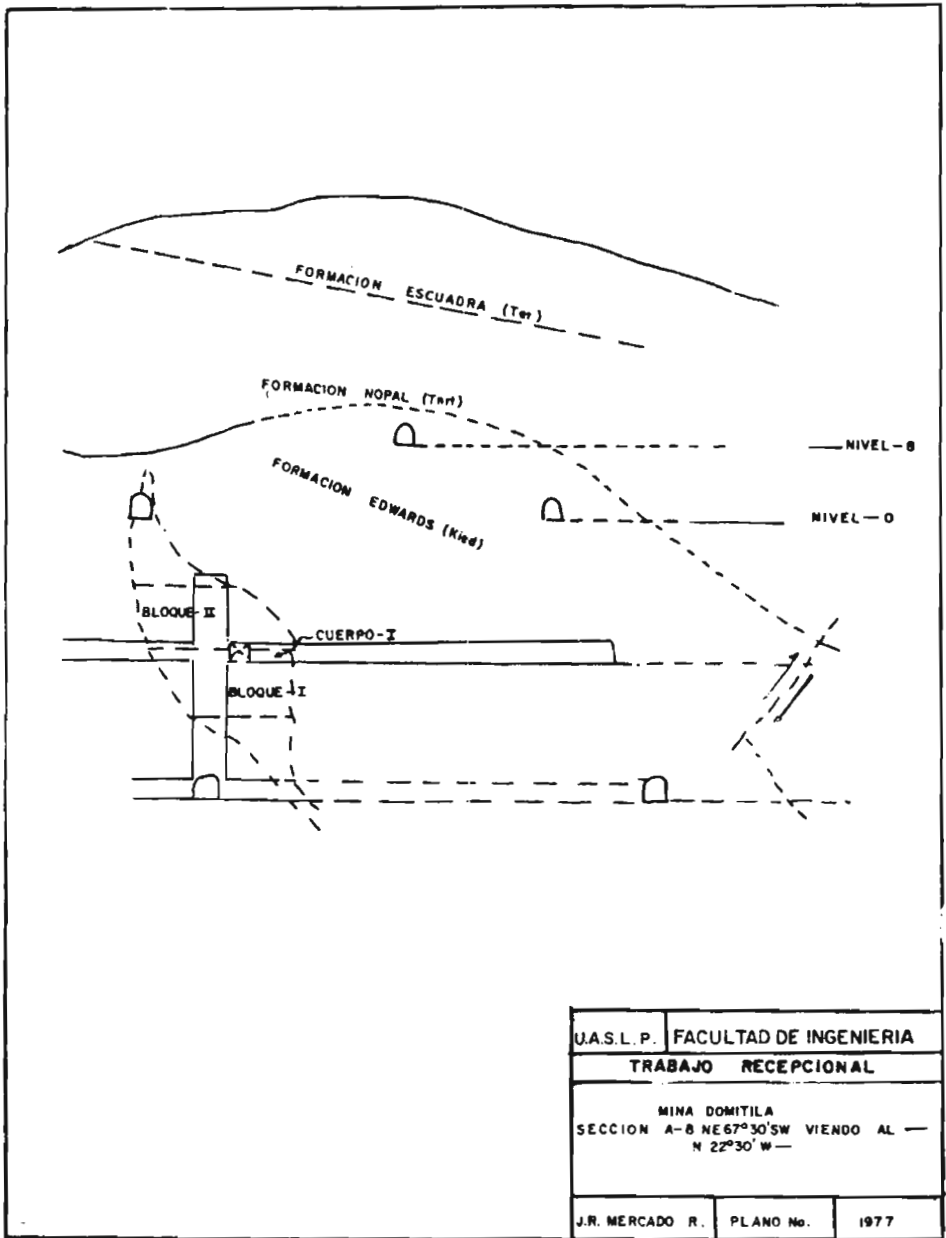
SECCION GEOLOGICO RADIOMETRICA DEL PUERTO III

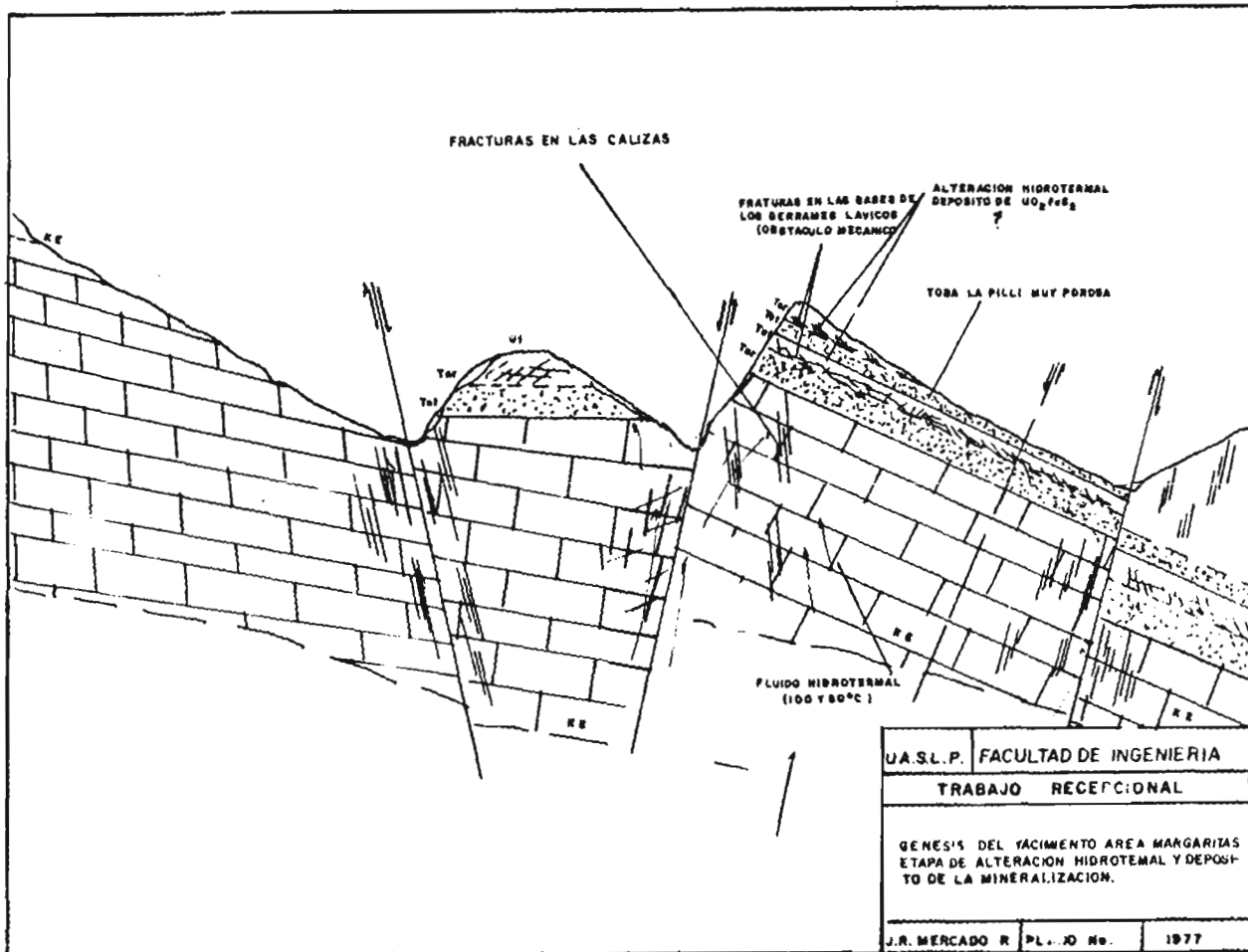
J.R. MERCADO R.

PLANO No.

1977







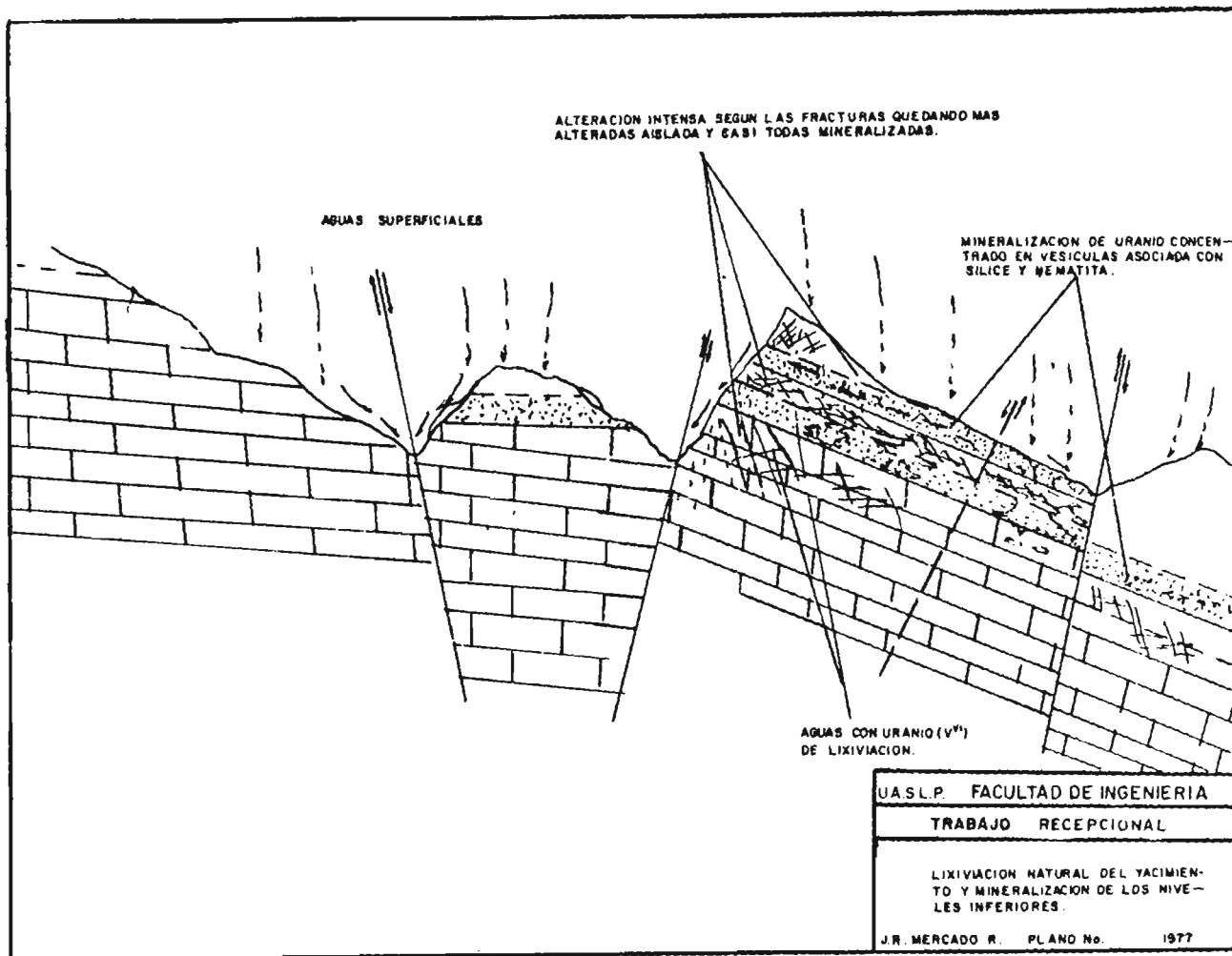
U.A.S.L.P. FACULTAD DE INGENIERIA

TRABAJO RECEPCIONAL

GENESIS DEL YACIMIENTO AREA MARGARITAS
ETAPA DE ALTERACION HIDROTERMAL Y DEPOSITO DE LA MINERALIZACION.

J.R. MERCADO R PL. JO No.

1977

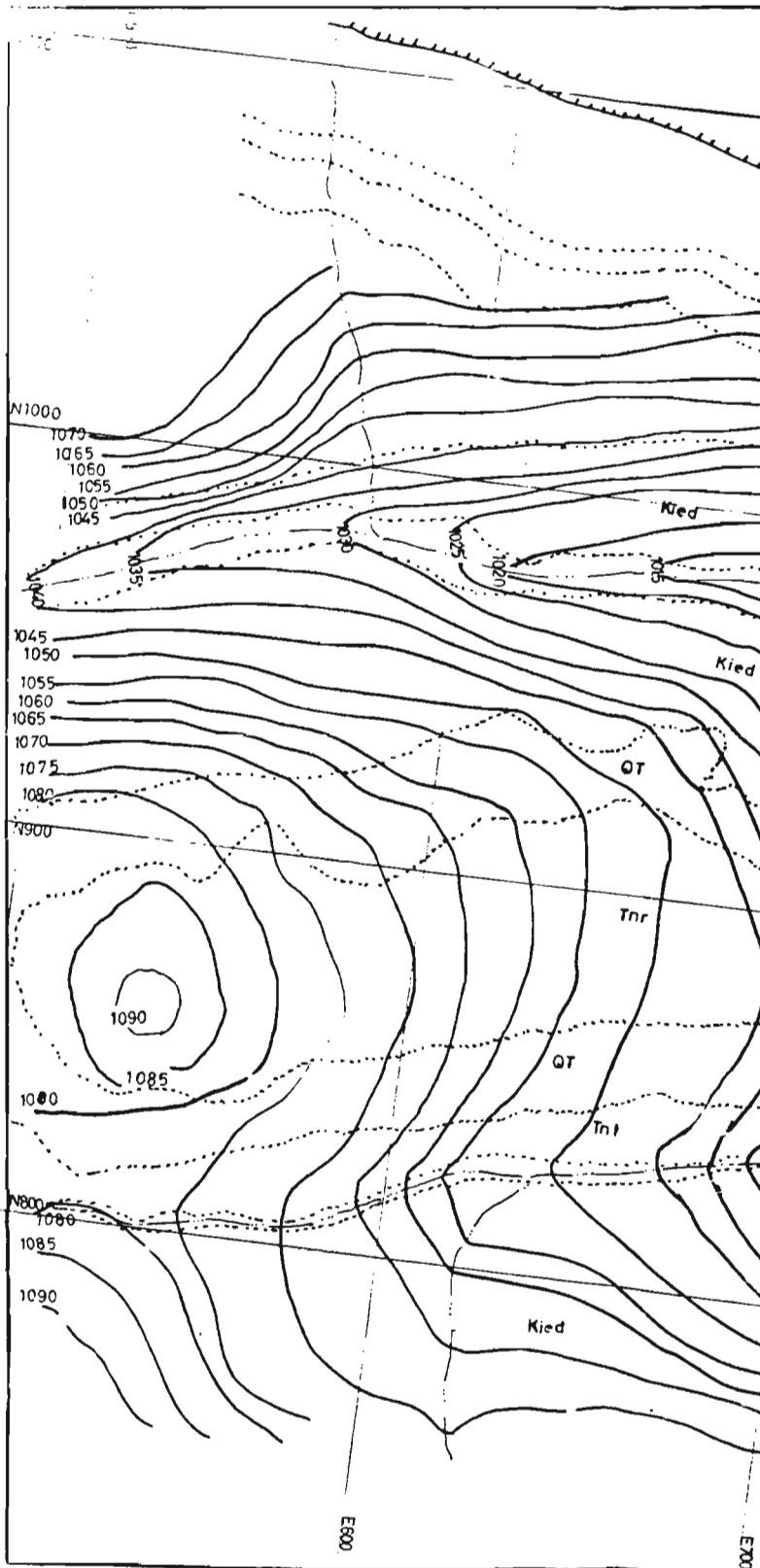


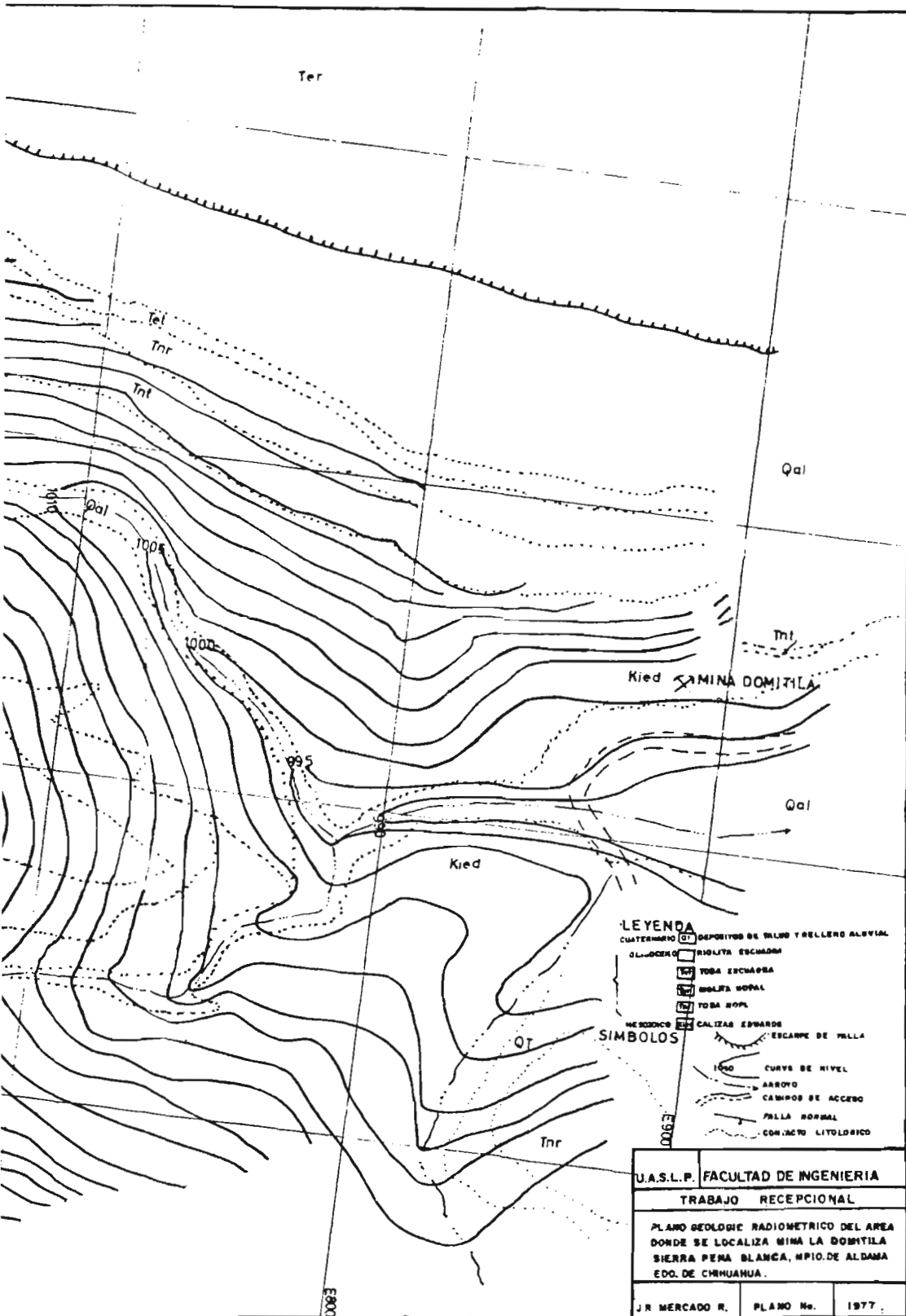
- SIMBOLOS —
- ARROYO
 - X OBRA MINERA
 - CONTACTO GEOLOGICO
 - FALLA NORMAL
 - FALLA INVERSA
 - FALLA NORMAL HTS
 - FALLA DE COR HOR
 - TRAZO Y ECHADO
 - ANTICLINAL BUZANTE



S E C C I O N G E O L O G I C A A — B

U A S L P FACULTAD DE INGENIERIA
 TRABAJO RECCIONAL
 PLANO GEOLOGICO DE LA PORCION
 CENTRAL DE LA SIERRA PENA
 BI ANCA MPIO. DE ALDAMA ESTADO
 DE CHIHUAHUA.
 J N MERCADO R. PLANO No 1977





- LEYENDA**
- CUATERNARIO DEPOSITOS DE SALO Y RELLENO ALUVIAL
 - GLACIENES RIGOLITA ESCAMADA
 - TNR YODA ESCAMADA
 - INF YODA NORMAL
 - TEL YODA NORMAL
 - MESOZOICO CALIZAS EDWARDS
- SIMBOLOS**
- ESCARPE DE FALLA
 - CURVA DE NIVEL
 - ARROYO
 - CAMINOS DE ACCESO
 - FALLA NORMAL
 - CONTACTO LITOLÓGICO

U.A.S.L.P. FACULTAD DE INGENIERIA		
TRABAJO RECEPTACIONAL		
PLANO GEOLOGICO RADIOMETRICO DEL AREA DONDE SE LOCALIZA MINA LA DOMITILA SIERRA PEMA BLANCA, MPIO. DE ALDAMA EDO. DE CHIHUAHUA.		
JR MERCADO R.	PLANO No.	1977.