

**ESTUDIOS GEOLÓGICOS REGIONALES Y SEMIDETALLE ALREDEDOR
DEL SITIO DE BARRA EL TORDO, TAMAULIPAS**

Ing. Francisco Camacho Angulo*

RESUMEN

Los estudios Geológicos realizados para seleccionar sitios, para plantas nucleares, abarcan un área de aproximadamente 30,000 Km², donde se trató de conocer las rocas existentes, la posición estratigráfica de las mismas y las estructuras principales que se presentan. Esta área se encuentran entre los paralelos 22° y 24° de latitud Norte y los meridianos 97° 45' y 99° de longitud Oeste. Cubre gran parte del estado de Tamaulipas y pequeñas porciones de los estados de Veracruz y San Luis Potosí. En ésta, el sitio de Barra del Tordo es el más atractivo para empezar una obra civil, por lo que el trabajo geológico, en las proximidades de éste, fue más detallado.

ABSTRACT

Geologic studies for Nuclear Plant Sites Selection have been made in 30,000 km², mainly in the state of Tamaulipas and other smaller portions in the states of Veracruz and San Luis Potosí. The principal purpose of these geologic studies is to know what kind of rocks exist, their stratigraphic position and the most important structural patterns. This area is included by 22° and 24° North latitude parallels and 97° 45' and 99° West longitude meridians. In this area is located the Barra el Tordo Site, which is an attractive place to establish a Nuclear Plant; tha's why the geologic study around this site was made with more detail.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al programa de trabajo del Departamento de Estudios Nucleares y Carboníferos, dependiente de la Universidad de Estudios de Ingeniería Civil de la Comisión Federal de Electricidad, se seleccionó el área denominada Barra El Tordo, para hacer un reconocimiento geológico general de la misma. La finalidad es tener una idea a nivel regional de la litología, estructuras, tectónica, sismicidad e hidrología; para seleccionar sitios en donde sea factible construir plantas nucleares, que ayuden a satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica en la zona noreste del país.

GENERALIDADES

El área de estudio es aproximadamente 30,000 km², que abarcan gran parte del Estado de Tamaulipas y pequeñas porciones de los Estados de Veracruz y San Luis Potosí y está delimitada por los paralelos 22° y 24° de latitud Norte y los meridianos 97° y 45' y 99° de longitud Oeste.

Ésta es un área bien comunicada con el resto del país, e inclusive con el extranjero, por vías carreteras, férreas, aéreas y marítimas; ya que en ella se encuentran varios centros de población de importancia, campos petroleros, complejos industriales, zonas agrícolas y ganaderas: así como un puerto comercial

*Residencia de Estudios Geológicos, Poza Rica, Veracruz.

de altura.

Debido a que esta área se sitúa en una zona de exploración, encaminada a la prospección de hidrocarburos; es Petróleos Mexicanos el que ha realizado varios estudios geológicos superficiales y de subsuelo dentro de ella. Éstos han servido de base para los trabajos geológicos hechos por otras instituciones en esta región, incluyendo el que es objeto de este escrito.

FISIOGRAFÍA

El área referida queda ubicada dentro de las provincias fisiográficas denominadas: Planicie Costera del Golfo y Sierra Madre Oriental, según la clasificación de las provincias fisiográficas de la República Mexicana, hecha por E. Raisz en 1964. La primera se extiende bordeando todo el Golfo de México y dentro del área de estudio se caracteriza por tener rasgos topográficos muy suaves, en los sedimentos arcillo-arenosos del Mesozoico. Estos son interrumpidos por la Sierra de Tamaulipas que está constituida por rocas sedimentarias calcáreo-arcillosas del Cretácico plegadas por efectos tectónicos o intrusiones de rocas ígneas.

De la Sierra Madre Oriental solo se cubre una paquena parte situada en la porción suroeste el área, donde afloran rocas calcáreas y calcáreo-arcillosas del Cretácico, con estratificación horizontal o suavemente plegadas.

HIDROGRAFÍA

La red hidrográfica, en el área de estudio, está controlada por las características litológicas y estructurales de las unidades geológicas que se encuentran en la misma. Así, se tienen corrientes perennes importantes que serpentean por las partes planas, sobre rocas sedimentarias de composición arcillo-arenosa; donde las es

tructuras presentes son pliegues suaves y en algunos lugares la estratificación se encuentra prácticamente horizontal a estas corrientes se les unen gran cantidad de corrientes secundarias de tipo intermitente, que fluyen por cauces alargados y ramificados.

En las rocas ígneas o sedimentarias de mayor resistencia a la erosión el sistema de drenaje es más complejo; en las mesetas tiende a ser paralelo y rectangular, mientras que en las grandes elevaciones la tendencia es a ser radial;

En forma general el sistema de drenaje se puede clasificar como una mezcla de subparalelo, dendrítico y radial; donde existen corrientes perennes importantes como los ríos: Pánuco, Támesis, Soto la Marina y Carrizal, los que desembocan en el Golfo de México.

ESTRATIGRAFÍA

Las rocas que afloran en el área son principalmente sedimentarias de origen marino, cuya edad varía desde el Cretácico hasta el Mioceno. Son de composición calcárea, arcillosa y arcillo-arenosa, con estratos de espesor variable donde las calizas son las más densas y resistentes. Existen depósitos de materiales sedimentarios de origen continental o lacustre, donde sobresalen los conglomerados del plioceno, además de los aluviones y suelos residuales del Cuaternario

Las rocas ígneas del área son intrusivas hipabisales y extensivas de composición básica e intermedia, las que, genéticamente, pueden estar muy relacionadas. Se les asignan edades desde el Oligoceno hasta el Pleistoceno y afectan a las rocas sedimentarias marinas ya sea como intrusiones o cubriendolas.

ROCAS SEDIMENTARIAS

Estas rocas están representadas por una secuencia de sedimentos de cuenca y plataforma del Mesozoico, en donde se formaron calizas cristalinas y arcillo

sas, así como margas y lutitas. Aflo-
ran en el centro del área, lo que
constituye la Sierra de Tamaulipas y
en la parte occidental de la misma.
Los sedimentos del Cenozoico cubren
la parte oriental del área, se carac-
terizan por su composición arcillo-
sas y por alcanzar grandes espesores.

A continuación se describen las for-
maciones que afloran en el área, adop-
tando un orden cronológico de la más
antigua a la más reciente. Cabe acla-
rar que esta descripción se ha hecho
en base a información obtenida de es-
tudios geológicos realizados por Pe-
tróleos Mexicanos, con excepción de
las unidades de rocas ígneas; y que
para efectos de presentación en un
mapa geológico, casi todas estas for-
maciones se han agrupado por periodos
geológicos, ya que el trabajo de cam-
po consistió en un reconocimiento ge-
neral del área y no fue posible dis-
tinguir las individualmente (Figura 1).

Cretácico K

Formación Tamaulipas Inferior

Esta formación consiste en una se-
cuencia de calizas criptocristalinas
de color crema, con estratos de espe-
sor variable de 10 a 50 cm, que se
caracterizan por tener líneas estilo-
líticas a lo largo de los planos de
estratificación y nódulos de peder-
nal. En la Sierra de Tamaulipas tie-
ne un espesor de 285 m. y por su
fauna fósil se sitúa en el Cretácico
Inferior.

Formación Otates

La Formación u Horizonte Otates con-
siste en un cuerpo de calizas arci-
llosas de color gris oscuro, de espe-
sor variable de 3 a 15 m. Presenta
algunos nódulos de pedernal e inter-
estratificación de lutitas carbonos-
as, lo que ha servido como base para
separar las formaciones Tamaulipas
Inferior y Superior. Se le concidera
del Cretácico Inferior.

Formación Tamaulipas Superior

La Formación Tamaulipas Superior es una
secuencia de calizas de grano fino de
colores crema y gris, que se vuelven ar-
cillosas hacia la cima y se intercalan
con margas y lutitas negras. Presentan
estratos de espesor variable entre 10 y
40 cm, líneas estilolíticas a lo largo
de los planos de estratificación y nó-
dulos de pedernal gris oscuro. Se le
concidera del Cretácico Medio, con un
espesor superior de 200 m.

Formación Cuesta del Cura

Esta formación es una secuencia de ca-
lizas criptocristalinas de color gris
con estratos delgados y ondulados, que
se intercalan con lutitas calcáreas la-
minadas del mismo color y contiene nó-
dulos de pedernal negro. Se le concid-
era del Cretácico Medio con un espesor
de 222 m.

Formación El Abra

Éste es un cuerpo de rocas arrecifales
del Cretácico Medio, con más de 400 m.
de espesor, que forman bancos de calizas
criptocristalinas de colores gris y
crema con huellas de hidrocarburos.
También está dispuesta en estratos
muy gruesos de aspecto masivo separados
por calcarenitas y castos biógenos.

Formación Agua Nueva

Esta formación corresponde a una se-
cuencia de calizas arcillosas-carbono-
sas de color gris oscuro. Presenta es-
tratificación mediana y delgada que
alterna con láminas de lutitas del mis-
mo color. Contiene horizontes de bento-
nita verde y en la base existen lentes
de pedernal negro. Se le sitúa en el
Cretácico Superior y su espesor varía
de 150 a 200 m.

Formación San Felipe

Esta es una formación que consiste en
una secuencia de estratos delgados de
calizas arcillosas de color gris verdo

so y claro, con intercalaciones de bentonita verde y blanca. En la cima las calizas disminuyen su espesor hasta volverse laminares y muy arcillosas. Esta formación es del Cretácico Superior y tiene un espesor promedio de 200 m.

Formación Mendez

Ésta es la formación más ampliamente distribuida en el área de estudio, por lo cual se le separa de las otras rocas cretácicas. Consiste en una acumulación de sedimentos de cuenca del Cretácico Superior, representados por margas y lutitas calcáreas, las que en la base se intercalan con calizas cristalinas. Se le considera una formación muy compleja y por sus variaciones litológicas y de su espesor se han reportado más de 1000 m, aunque no dentro de esta área.

Terciario Ts

Formación Velasco

Sobre las rocas del Cretácico Superior se encuentran en forma concordante la Formación Velasco, compuesta por lutitas margosas de color gris, con variaciones calcáreas y bentoníticas en su composición y escasas intercalaciones del calcarenitas. Se trata de sedimentos marinos del Paleoceno, depositados en aguas moderadamente profundas, que presentan espesores variables desde unos cuantos metros hasta más de 1000 m.

Formación Aragón

Ésta consiste en una acumulación de lutitas y margas de color gris con tonalidades azul y verde. Cerca de la base contiene lentes de bentonita y hacia la cima tiene areniscas de grano fino y nódulos calcáreos. Sobre yace a la Formación Velasco y de acuerdo a su fauna fósil de foraminíferos que contiene, se le sitúa en el Eoceno, con un espesor promedio de 150 m.

Formación Chapopote

La Formación Chapopote está constituida por marcas de color gris de varias tonalidades, según el grado de alteración que presentan. En ésta la estratificación está marcada por capas delgadas de bentonita, las que son más frecuentes hacia la cima. Presenta fauna fósil de foraminíferos que la sitúan en el Eoceno Superior.

Formación Mesón

La Formación Mesón está compuesta por lutitas y margas arenosas de color gris azul de areniscas calcáreas de grano fino y medio del mismo color y en la parte superior contiene una coquina formada de conchas de bivalvos, corales y foraminíferos, en una matriz calcárea. Por su contenido de fauna fósil se sitúa en el Mioceno Inferior.

Formación Tuxpan

Esta formación está constituida por capas de areniscas, de calizas arenosas y lutitas poco arenosas que predominan sobre el resto. Existen también conglomerados en la base de la formación en afloramientos locales. El espesor que presenta varía en unos cuantos metros hasta superar los 1000 m. Éstos son sedimentos que muestran rasgos de haberse depositado en ambientes transgresivos y regresivos de aguas someras y por su fauna fósil se la sitúa en el Mioceno Inferior y Medio.

Formación Reynosa

Se le da este nombre a los depósitos conglomeráticos de origen continental que existen en el área de estudio. Están formados por fragmentos de calizas, areniscas, pedernal y arenas, consolidados en una matriz calichera, que al alterarse forma arcillas blancas o algunos se conservan sueltos. Probablemente, éstos fueron depositados por ríos caudalosos en forma de abanicos aluviales durante el Plioceno. Actualmente se encuentran en forma de remanentes sobre

todas las rocas que afloran en el área, con espesores de poca importancia para el objeto de este trabajo.

Cuaternario

Los materiales consolidados de este periodo geológico tienen una distribución muy amplia en el área de estudio consiste en: suelos residuales que se han formado por la alteración superficial de las rocas arcillosas, algunos depósitos eólicos costeros y los aluviones depositados en los cauces de los ríos y arroyos actuales.

Rocas ígneas

Las rocas ígneas del área de Barra del Tordo pertenecen a las manifestaciones magmáticas más septentrionales de la llamada Provincia Magmática Oriental (Demant y Robin, 1975), situadas en la Planicie Costera del Golfo. Éstas son rocas alcalinas intrusivas, hipabisales y extrusivas, cuya composición varía desde básica a intermedia, que afectan a las rocas sedimentarias del Cretácico y Cenozoico.

Rocas ígneas intrusivas

Las rocas ígneas intrusivas afloran en forma de grandes domos en la parte central del área, donde los más ácidos sobresalen de las rocas sedimentarias del Cretácico en forma muy notoria; mientras que los más básicos forman lomas bajas con pendientes suaves. Constituyen el núcleo ígneo de la Sierra de Tamaulipas, que se emplazó en el área en el Terciario Medio y en general, son rocas compactas de colores negro, gris y crema. Presentan variaciones petrográficas entre gabros y sienitas, de textura también variable entre fina y gruesa.

Las rocas ígneas hipabisales están consideradas dentro de este grupo. Son muy comunes en el área de estudio, en forma de dique y cuellos volcánicos. Éstos pueden relacionar

se con toda la actividad ígnea desarrollada en la región durante el Cenozoico, ya que los diques se asocian con el emplazamiento de los domos y los cuellos con actividad volcánica. Petrográficamente estas rocas fueron clasificadas de grano fino a medio. En la parte centro-occidental del área es donde se encuentra con mayor frecuencia, ya que en este lugar existe un enjambre de diques y tres cuellos volcánicos de consideración.

Rocas ígneas extrusivas

Las rocas ígneas extrusivas se encuentran en las partes noroccidental y centro-oriental del área de estudio. En la primera forman mesetas aisladas que sobresalen del terreno circundante como remanentes de cuerpos rocosos de mayores dimensiones. En la segunda, la actividad volcánica fue más variada y originó derrames de lava que formaron mesetas burdas, domos y conos cineríticos. También en el norte y en el sur del área afloran este tipo de rocas, pero en afloramientos muy pequeños. Estas rocas son compactas de colores negro y gris en diferentes tonos, clasificadas petrográficamente como basaltos, andesitas y traquitas; consideradas del Cuaternario.

TECTÓNICA Y ESTRUCTURAS

De acuerdo a algunos estudios geológicos realizados en la Zona Norte de Exploración de Petróleos Mexicanos (Sanzores y Girard 1969), el área de estudio está situada dentro de la unidad tectónica denominada Plataforma de Tamaulipas. Esta comprende una franja situada entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, que se extiende desde los límites de los Estados de Nuevo León y Tamaulipas, en el noreste, hasta el río Tecolutla en el Estado de Veracruz, al sureste. Estructuralmente está definida por amplios y suaves plegamientos, que en ocasiones se vuelven más cerrados por efectos de intrusiones ígneas, como los lacolitos de las sierras de San Carlos y Tamaulipas. Se for-

mó en la Orogenia Permotriásica, durante la cual operó como traspais, en forma inversa de como actuó durante la Orogenia Laramide, del Cretácico Superior y Terciario Inferior. Sobre un basamento de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias continentales, se depositaron sedimentos clásicos carbonatados, arcillosos y arcillo-calcáreos del Jurásico Superior, rocas calcáreas arrecifales y arcillo-calcáreas del Cretácico y finalmente, rocas arcillo-arenosas y actividad ígnea en el Cenozoico.

Esta unidad tectónica a su vez está dividida en cinco unidades de segundo orden llamadas Cuenca de Magiscatzin, Arco de Tamaulipas, Homoclinal de San José de las Rusias, Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla y Cuenca de Chicontepec. El área de Barra El Tordo abarca parte de las primeras cuatro que a grandes rasgos consisten en lo siguiente (Figura 2).

La cuenca de Magiscatzin es una depresión de más de 300 km de largo, desde Montemorelos, N.L. hasta cerca de Tamuín, S.L.P. Tiene una anchura promedio de 40 km entre la Sierra Madre Oriental y las Sierras de San Carlos y Tamaulipas. En ésta, afloran las formaciones arcillo-arenosas; Méndez del Cretácico Superior y Velasco del Terciario Inferior, las que presentan estructuras de pliegues angostos y de considerable longitud, orientadas paralelamente a la Sierra Madre Oriental.

La parte occidental del área de estudio queda dentro de esta cuenca y en ella se han reportado plegamientos amplios de buzamientos suaves orientados de norte a sur. En el trabajo de campo se pudo ver que es muy difícil situar dichas estructuras, ya que el terreno es prácticamente plano y existen suelos residuales, conglomerados, aluviones y mesas basálticas que cubren casi completamente los rasgos estructurales. Sin embargo existen pequeñas exposiciones de es-

tas estructuras, donde los arroyos han erosionado los materiales que los enmascaran o donde las rocas son más resistentes a la erosión. Esta cuenca ha sido afectada por actividad ígnea que formó domos hipabisales, diques tabulares en posición vertical, orientados principalmente de NNE a SSW, así como mesas basálticas.

Arco de Tamaulipas

El Arco de Tamaulipas consiste en una prominente estructura orientada de NNW a SSE, que tiene por expresión morfológica la Sierra de San Carlos al norte y la Sierra de Tamaulipas al sur. Estas tienen estructuras dómicas formadas, quizá, por efectos de intrusiones ígneas que levantaron los sedimentos. El relieve de las rocas cretáceas sobrepasa los 1000 m y los pliegues son más frecuentes en los flancos occidentales de esas sierras, por efectos tectónicos de la Orogenia Laramide, que plegó la Sierra Madre Oriental.

El área de estudio sólo abarca la Sierra de Tamaulipas, que se extiende desde el centro del área, donde tiene unos 50 km de ancho, hasta el extremo norte de la misma con 25 km de ancho. En esta afloran rocas calcáreas y arcillosas del Cretácico que, en general forman una gran estructura anticlinal orientada NNE a SSE, plegada suavemente y con ligero buzamiento hacia el norte.

En el trabajo de campo se pudo observar que sobre esta gran estructura, las rocas de las Formaciones San Felipe y Agua nueva, presentan algunos pliegues superficiales. Estas estructuras parecen asociadas a grandes fracturas que se extienden por varios km, orientadas de norte a sur pero que tampoco son muy profundas y se forman debido a que esas fracturas permiten la infiltración del agua en los horizontes bentónicos que existen en las formaciones citadas; éstos, al hidratarse, aumentan su volumen y generan esfuerzos locales, que forman combamientos y fracturas. También se encuentran algunas fallas de saltos pe-

queños, que aparentemente también son superficiales.

La Sierra de Tamaulipas ha sido afectada por intrusiones de rocas ígneas que formaron grandes domos que sobresalen de las rocas sedimentarias y diques que rellenan fracturas.

Homoclinal de San José de las Rusias

El Homoclinal de San José de las Rusias cubre la parte nororiental del área de estudio, entre la Sierra de Tamaulipas y la línea de costa del Golfo de México. En este lugar afloran rocas arcillo-arenosas del Cretácico Superior y del Terciario Inferior, con ondulaciones provocadas por intrusiones ígneas en la región o por esfuerzos compresionales de otro tipo. Las rocas calcareníticas y arcillosas, consideradas del Terciario Medio, presentan una inclinación suave hacia el oriente, la cual raramente supera los 5°.

Existe una zona de escarpes orientada de NNW a SSE, que se extiende por más de 60 km entre los ríos Soto la Marina y Carrizal. Se considera un rasgo superficial de una gran falla con salto hacia el occidente, pero también puede tratarse de escarpes formados por erosión diferencial entre las rocas arcillosas y las calcarenitas, ya que coincide con el contacto entre ellas. En este trabajo no fue posible aclarar este problema, porque requiere de un estudio local más detallado.

En esta parte del área afloran rocas intrusivas básicas con estructuras de domos enterrados, rocas hipabisales en forma de diques y rocas extrusivas en forma de derrames de lava, domos y conos cineríticos.

Cuenca Tampico-Mizantla

Esta cuenca forma un arco abierto hacia el Golfo de México, que se extiende desde la Sierra de Tamaulipas

hasta el Macizo de Teziutlán al sur. En ésta afloran rocas sedimentarias plegadas y en posición horizontal, afectada por la actividad ígnea, desarrollada en la región durante el Cenozoico.

El área de estudio cubre el extremo norte de esta unidad, donde afloran rocas arcillosas de la Formación Méndez del Cretácico Superior y rocas arcillo-arenosas del Terciario. Los afloramientos siguen un orden cronológico, estando las rocas más antiguas al poniente y las más jóvenes al oriente. Las estructuras de pliegues se encuentran también en las rocas más antiguas, mientras que las más recientes se encuentran prácticamente en posición horizontal. La actividad ígnea en el área está representada por pequeños cuerpos hipabisales extrusivos, de los que el más sobresaliente es el impresionante cuello volcánico del cerro El Bernal, que se emplazó en la región durante el Mioceno o más recientemente.

GEOLOGÍA HISTÓRICA

Con base en la información existente de la región donde se encuentra el área de estudio, los acontecimientos geológicos desde el Jurásico hasta el Cuaternario, se pueden resumir de la manera siguiente:

Durante el Jurásico Inferior se desarrolló una orogenia de tipo germánico en las plataformas de Tamaulipas y Valles; mientras que la Cuenca de Huayacocotla se levantó y se plegó fuertemente. En el Jurásico Medio el área emergió a nivel regional y en el Jurásico Superior tuvo lugar una transgresión que invadió gradualmente la actual Planicie Costera, que evolucionó de continente a archipiélago y finalmente a unas pocas islas, entre las que se encuentra la Sierra de Tamaulipas. Al principio del Cretácico los mares invadieron por completo estas islas y se efectuó la sedimentación en forma normal, con pequeños movimientos epirogénicos y periodos de actividad ígnea. A fines del Cretácico y principios del

Terciario tuvo lugar la Orogenia Laramide, que plegó la Sierra Madre Oriental. Durante el Paleoceno se comenzaron a formar la Cuenca de Magiscatzin y el Arco de Tamaulipas. En el Oligoceno y Mioceno se registraron movimientos epeirogénicos que originaron numerosas discordancias entre las formaciones de estas épocas. Al finalizar el Terciario y en el Cuaternario se desarrollaron varias etapas de actividades ígneas, las que dieron origen a mesetas basálticas y domos y diques.

ESTUDIO GEOLÓGICO DE SEMIDETALLE

ALREDEDOR DEL SITIO DE BARRA EL TORDO

Después de haber hecho el reconocimiento geológico regional en el área de Barra el Tordo, se escogió un área de 4,000 Km para hacer un trabajo geológico más detallado. Esta se encuentra en la parte centro-oriental del área regional y es la más atractiva para escoger un sitio para una planta nuclear (Figura 3). En ella se encuentra la Barra El Tordo, en la desembocadura del Río Carrizal en el Golfo de México, de donde ha tomado el nombre del área de estudio y es el sitio alrededor del cual se han enfocado todos los trabajos.

Debido a que las rocas sedimentarias del Cretácico y del Terciario, afloran en el área como ya fueron descritas a nivel regional, este trabajo se enfocó a hacer una evaluación vulcanológica de la zona ya que la presencia de rocas ígneas extensivas de edad muy reciente, en las proximidades de la Barra El Tordo, pueden significar un riesgo geológico para la construcción de una planta nuclear.

Para este trabajo se consultó bibliografía relacionada con las rocas ígneas, se usaron cartas topográficas y fotografías aéreas a escala 1:50,000, se hicieron recorridos de campo para cartografiar las rocas ígneas y tomar

muestras de ellas, se practicaron 154 estudios petrográficos y 13 determinaciones geocronométricas por el método Potasio-Argón, (Tabla 1). Conociendo el área y los resultados de estudios de laboratorio, se expone una hipótesis del desarrollo de la actividad ígnea en la zona.

La actividad ígnea más antigua conocida en el área, está representada por gabros y diabasas del Oligoceno Tardío, Los primeros tienen estructuras dómicas que han sido descubiertas por efectos de erosión y forman pequeñas lomas. Las diabasas se consideran apófisis de los cuerpos de gabro e intrusionan irregularmente a las rocas sedimentarias; no tienen expresión morfológica propia y afloran en cortes hechos por obra civiles. Después de formarse estas rocas la actividad ígnea continuó, ya sea por asimilación de la roca encajonante o por cristalización fraccionada, se desarrolló un proceso de diferenciación magmática en parte de la cámara lo que dio lugar a que, en el Mioceno Temprano, se formarían rocas intermedias como lutitas u otras más ácidas como riolitas y microgranitos. Éstas tienen estructuras burdamente dómicas, que parecen haber crecido después de alcanzar la superficie, ya que sobresalen del terreno circundante en forma notoria.

La presencia de gabros emplazados en el área durante el Mioceno Medio, hace pensar en la reactivación de la cámara magmática ya citada o en la creación de una nueva cámara magmática del mismo tipo; por lo que las características petrográficas y morfológicas entre estos y los gabros del Oligoceno son muy similares. Las manifestaciones volcánicas del Mioceno Tardío son reducidas y están representadas por diabasas que forman un cuello volcánico erosionado y mesetas basálticas que actualmente están muy afectadas por la erosión, estas rocas pueden derivarse de la cámara magmática citada, la que debe haber tenido un periodo de calma total, ya que el magma no se diferenció y las rocas sólo presentan diferentes grados de

cristalización, según el medio de consolidación de las mismas.

Después de otro largo periodo de calma vuelve a iniciarse la actividad ígnea en el área, alimentada por la misma fuente de lava que originó las diabasas y basaltos del Mioceno Tardío. Esta actividad está representada por rocas basálticas del Plioceno Tardío, las que formaron algunos conos cineríticos y extensas masas de lava de espesor variable, que escasamente supera los 20 m. El carácter de estas rocas manifiesta el inicio del proceso de diferenciación magmática en la fuente de lava, ya que después que se formaron, se inició una serie de eventos volcánicos que representan la continuación de esta actividad ígnea, la que se prolongó por muchos miles de años durante el Pleistoceno, con periodos de calma irregulares; hasta formar las rocas ígneas más jóvenes que se conocen en el área. La composición de las rocas del Pleistoceno varía entre basaltos, andesitas y traquitas, donde las más ácidas son más viscosas y formaron acumulaciones de lavas de más de 100 m de espesor, que originaron estructuras burdamente dómicas y coladas con huellas de flujo. Como casi todas esas rocas, salieron por un conducto común, en varias etapas; es normal que las primeras lo obstruyeran y que al hacer presión las siguientes, al tratar de salir, se formaran ramificaciones superficiales de ese conducto, cráteres de explosión y asentamientos.

Aunque se conoce que este tipo de actividad ígnea está relacionada con los eventos tectónicos del área, el mecanismo de emplazamiento y el ascenso del magma a la superficie, es un tema de investigación más amplia que en este trabajo no se trata.

CONCLUSIONES

De lo expuesto en los capítulos anteriores se puede concluir lo siguen

te.:

Las rocas existentes en el área de estudio son principalmente sedimentarias de origen marino, de composición calcárea, arcillosa y arenosa que presentan estructuras de pliegues muy suaves. En segundo lugar se pueden citar las rocas ígneas que forman domos en la Sierra de Tamaulipas; diques, cuellos volcánicos y mesas en la parte occidental del área y el complejo volcánico de la parte centro-oriental de la misma. Por último los materiales de menor importancia, con relación al volumen, son los depósitos conglomerados y aluviones.

Desde el punto de vista hidrológico el área cuenta con varias corrientes perennes superficiales, donde los ríos Pánuco, Soto de Marina, Tamesi y Carrizal son los de mayor importancia y desembocan en el Golfo de México. Además de estas corrientes superficiales, no se descarta la posibilidad de encontrar acuíferos subterráneos.

Desde el punto de vista tectónico, el área de Barra El Tordo no ha sido muy afectada. Las rocas cretácicas que afloran en ella no fueron tan plegadas durante la Orogenia Laramide, como las de la Sierra Madre Oriental. Los sedimentos de principios del Terciario presentan amplios pliegues y los más recientes están casi horizontales, con ligera inclinación hacia el oriente. La actividad ígnea que se ha desarrollado en la región desde el Oligoceno hasta el Cuaternario, es la que ha afectado a las rocas terciarias, pero no se ha definido la relación de ésta con grandes fracturas. Las fallas o fracturas de origen tectónico, formadas después de la Orogenia Laramide, no son de gran magnitud, o por lo menos no se conoce un caso concreto, ya que la zona de escarpes que existe en esta área, no se ha definido si pertenece a una gran falla.

El límite oriental de esta área lo forman más de 200 km de costa del Golfo de

México, donde se puede seleccionar uno o varios sitios para plantas nucleares, principalmente en la parte central, donde se localiza la Barra El Tordo, en la desembocadura del río Carrizal. Además, esta es una región bien comunicada con desarrollo industrial importante, lo que demanda cada día más energía eléctrica para su funcionamiento.

RECOMENDACIONES

Después de este reconocimiento en el área de Barra el Tordo se recomienda lo siguiente:

Recabar información más reciente o profundizar los estudios por parte de C.F.E., relacionados con la tectónica regional alrededor de esta área, tanto en la parte continental como en la parte marina.

Hacer un estudio más detallado de las zonas de escarpes que existen en el área, para definir si se trata de rasgos de grandes fallas y ver la relación que pueda existir entre éstas y la tectónica regional.

Obtener dataciones radiométricas de los intrusivos de la Sierra de Tamaulipas, así como de algunos diques, para ver si existe relación entre éstos y las rocas volcánicas que se encuentran muy cerca del sitio de Barra El Tordo, de las que ya se conocen varias edades.

Hacer un estudio más regional de las rocas ígneas, encaminado a entender la mecánica de su emplazamiento y su relación con la tectónica.

Profundizar en los estudios geohidrológicos del área para definir su potencial de agua, para en caso que esta área sea favorecida con la construcción de una central.

BIBLIOGRAFÍA

Arana, S.V. y López, R.J., 1974, Vol

canismos. Dinámica y Petrología de sus Productos, Colección Colegio Universitario, 4. Ediciones Istmo. Madrid, 1974.

Carrillo, B.J. 1955, Levantamiento Geológico de la Sierra de Tamaulipas. Archivo de la Zona norte de Exploración de Petróleos Mexicanos. Tampico, Tamps, México.

Carrillo, B.J., 1964, Compilación Geológica de la Región de Tampico-Tuxpan y Margen Oriental del Altiplano Mexicano. 2 cartas a escala 1:200,000. Petróleos Mexicanos. Exploración Zona Norte. Tampico, Tamaulipas. México.

Cartagel, J.M. y Robin, C., 1979, K-Ar Dating on Eastern Mexican Volcanic Rocks Relations Between The Andesitic and the Alkaline Provinces, Journal of Vulcanology and Geothermal Research, 5. p. 99-114. Amsterdam, Notherlands.

Demant, A. y Robin, C., 1975, Las Fases del Vulcanismo en México. Una síntesis en relación con la Evolución Geodinámica desde el Cretácico, Revista Inst. Geol.. UNAM 75 (1), p. 70-83, México.

Huang, W.T., 1968, Petrología, UTHEA, México.

López Ramos, E., 1972, Carta Geológica del Estado de Tamaulipas a escala 1:500,000. Instituto de Geología de la UNAM, México, D.F.

López Ramos, E., 1979, Geología de México. Tomo II, Edición Escolar. Secretaría de Educación Pública. México, D.F.

Raíz, E., 1964, Landforms of Mexico. Prepared by the Geography Branch of the Office of Naval Research, Cambridge Massachussets USA, Carta a escala aproximada 1:3'500,000.

Ramírez, D. y Mendoza, VP., 1977, Es

tudio Geológico-Económico del Jurásico Superior en la Planicie Costera del Golfo. Tesis Profesional: E.S.I.A. IPN México, D.F.

Robin, C., 1976, Presencia Simultánea de Magnetismos de Significaciones Tectónicas Opuestas, En el Oriente de México. Boletín de la Sociedad Geológica Francesa. Francia (18-6): p. 1637-1645.

Robin, C., 1976, El vulcanismo en las Planicies de la Huasteca (Este de México). Datos Geoquímicos y Petrográficos. Bol. Inst. Geol. U.N.A.M. (96), México.

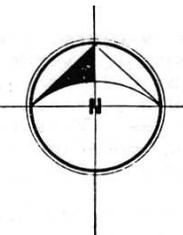
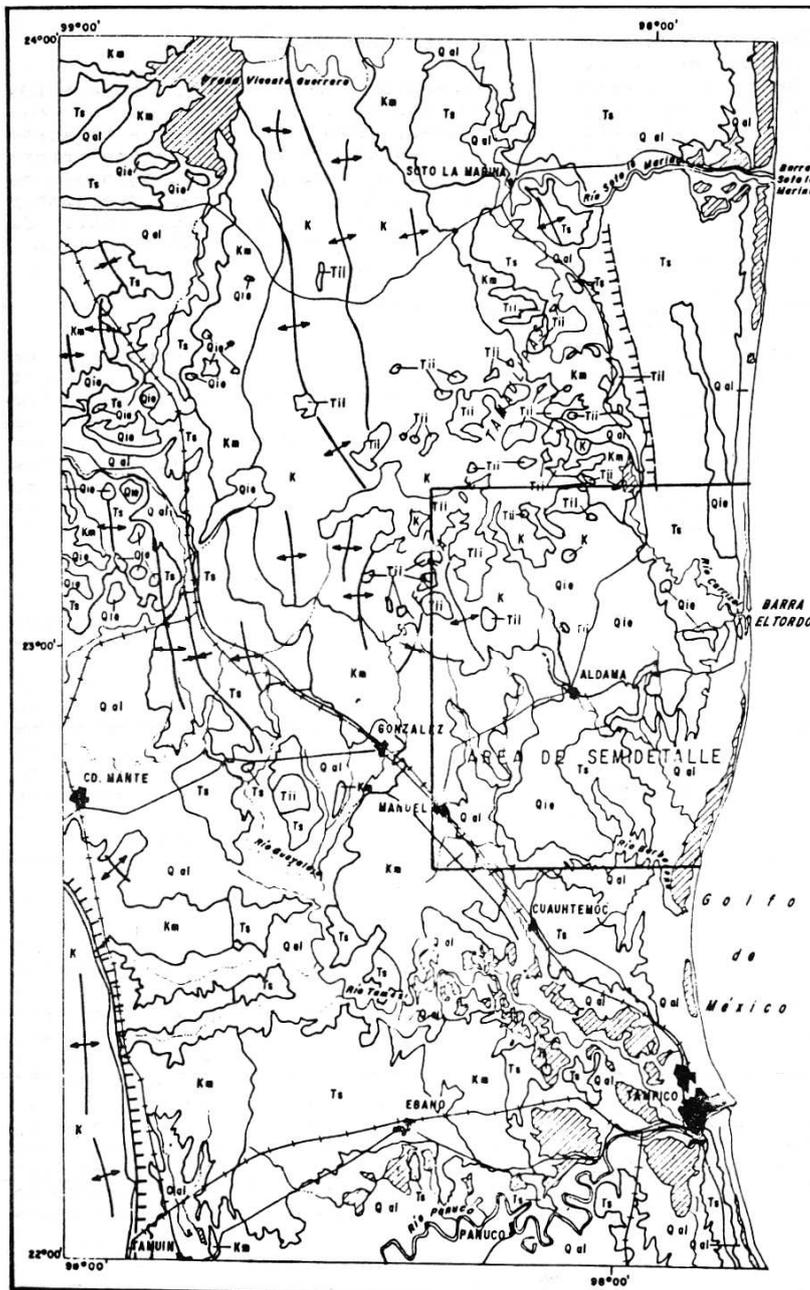
Sansores, E. y Girar, R., 1969, Bosquejo Geológico de la Zona Norte, Seminario de Exploración Petrolera, Mesa Redonda No. 2. Problemas de Exploración Petrolera en la Zona Norte p 1-36, I.M.P., México, D.F.

Vollbrechtshausen, U.R., 1966, Estudio Estratigráfico de las Formaciones de la Sierra de Tamaulipas. Archivo de Zona Norte de Exploración de Petróleos Mexicanos, Tampico, Tamps, México.

Detenal, Carta Geológica de la República Mexicana, Hojas Tampico, Cd. Victoria y Cd. Mante a escala 1:250,000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.

DATOS GEOCRONOMETRICOS OBTENIDOS POR EL METODO POTACIO-ARGON,
EN LAS ROCAS IGNEAS DEL AREA DE BARRA EL TORDO, TAMPS.

NUMERO DE MUESTRA	CLASIFICACION PETROGRAFICA	LOCALIZACION		MINERAL ANALIZADO	EDAD EN MILLONES DE AÑOS	EPOCA GEOLOGICA
		LATITUD N	LONGITUD W			
134	Andesita	23°30'00"	97°49'35"	Roca total	0.244±0.02	Pleistoceno
179	"	22°58'40"	98°03'30"	"	0.532±0.04	"
58	"	23°00'30"	98°00'55"	"	0.581±0.05	"
147	"	23°04'15"	97°58'00"	"	1.0 ±0.1	"
148	Basalto	23°07'30"	97°59'30"	"	1.4 ±0.1	"
155	Andesita	22°53'50"	97°55'10"	"	2.0 ±0.7	Plioceno Tardío Pleistoceno
173	Basalto	23°00'00"	98°08'20"	"	2.6 ±0.1	Plioceno Tardío
79	Basalto	23°12'35"	97°48'25"	"	8.0 ±0.4	Mioceno Tardío
110	Diabasa	22°45'30"	98°04'30"	"	8.3 ±0.4	"
172	Gabro	23°00'05"	98°08'00"	Plagioclasa cálcica	16.0 ±0.8	Mioceno Medio
190	Latita	23°13'20"	98°10'00"	Roca total	19.8 ±1.0	Mioceno Temprano.
191	"	23°01'50"	98°13'35"	"	23.0 ±1.0	"
138	Diabasa	23°09'30"	97°55'00"	Plagioclasa sódica	24.0 ±1.0	Oligoceno Tardío.



EXPLICACION

- CENOZOICO
 - CUATERNARIO: Suelos y Aluvion Q al
 - TERCIARIO: Lutitas y areniscos Ts
- MESOZOICO
 - CRETACICO
 - SUPERIOR: Lutitas y margas Km
 - SUP. MED. INF.: Calizas y Lutitas K
- CENOZOICO
 - ROCAS IGNEAS
 - EXTRUSIVAS: Basaltos, traquitas y Andesitas Qie
 - INTRUSIVAS: Gabros, dioritas y sienitas Tii

SIMBOLOGIA

- CONTACTO GEOLOGICO
- SINCLINAL / \
- ANTICLINAL \ /
- FALLA NORMAL | | | | |
- FALLA INFERIDA | | | | |
- PRESAS Y LAGUNAS ~ ~ ~

ESC. 1:1,000,000
 0 5 10 25
 KILOMETROS

C.F.E. U.E.I.C.
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS NUCLEARES Y CARBONIFEROS
GEOLOGIA DEL AREA DE BARRA EL TORDO, TAMS.
 POR: ING. FCO. CAMACHO A. 1986

