

ESTUDIOS GEOLOGICOS REGIONAL Y DE 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 encuentra 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 emplazar 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 features. 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; That's why the geologic study around this site was made in more detail.

INTRODUCCION

De acuerdo al programa de trabajo del Departamento de Estudios Nucleares y Carboníferos, dependiente de la Unidad 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 de 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° 45' y 99° de longitud Oeste.

Esta es un área bien comunicada con el resto del país, e inclusive con el extranjero, por vías carreteras, ferreas 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, Ver.

de altura.

Debido a que esta área se situa 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. Estos han servido de base para los trabajos geológicos hechos por otras instituciones en esa región, incluyendo el que es objeto de este escrito.

FISIOGRAFIA

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. Raíz 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 del área, donde afloran rocas calcáreas y calcáreo-arcillosas del Cretácico, con estratificación horizontal o suavemente plegadas.

HIDROGRAFIA

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: Panuco, Tamest, Soto La Marina y Carrizal, los que desembocan en el Golfo de México.

ESTRATIGRAFIA

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, hipabísales y extrusivas 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. Afloran 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 caracterizan por su composición arcillosas y por alcanzar grandes espesores.

A continuación se describen las formaciones que afloran en el área, adoptando un orden cronológico de la más antigua a la más reciente. Cabe aclarar, que esta descripción se ha hecho en base a información obtenida de estudios geológicos realizados por Petróleos Mexicanos, con excepción de las unidades de rocas ígneas; y que para efectos de presentación en un mapa geológico, casi todas estas formaciones se han agrupado por períodos geológicos, ya que el trabajo de campo consistió en un reconocimiento general del área y no fue posible distinguirlas individualmente (Fig. 1).

Cretácico K

Formación Tamaulipas Inferior

Esta Formación consiste en una secuencia de calizas criptocristalinas de color crema, con estratos de espesor variable de 10 a 50 cm, que se caracterizan por tener líneas estilolíticas a lo largo de los planos de estratificación y nódulos de pedernal. En la Sierra de Tamaulipas tienen un espesor de 285 m. y por su fauna fósil se sitúa en el Cretácico Inferior.

Formación Otates

La Formación u Horizonte Otates consiste en un cuerpo de calizas arcillosas de color gris oscuro, de espesor variable de 3 a 15 m. Presenta algunos nódulos de pedernal e interestratificación de lutitas carbonosas, lo que ha servido como base para separar las formaciones Tamaulipas Inferior y Superior. Se le considera 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 arcillosas 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 nódulos de pedernal gris oscuro. Se le considera del Cretácico Medio, con un espesor superior de 200 m.

Formación Cuesta del Cura

Esta formación es una secuencia de calizas criptocristalinas de color gris con estratos delgados y ondulados, que se intercalan con lutitas calcáreas laminares del mismo color y contiene nódulos de pedernal negro. Se le considera del Cretácico Medio con un espesor de 222 m.

Formación El Abra

Esta 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 están dispuestas en estratos muy gruesos de aspecto masivo, separados por calcarenitas y clastos biogénos.

Formación Agua Nueva

Esta formación corresponde a una secuencia de calizas arcillosas-carbonosas de color gris oscuro. Presenta estratificación mediana y delgada que alterna con láminas de lutitas del mismo color. Contiene horizontes de bentonita 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 verde-

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 Méndez

Esta 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 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 de 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

Esta 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 margas de color gris de varias tonalidades, según el grado de alteración que presenten. 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 a 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. Existe también conglomerados en la base de la formación en afloramientos locales. El espesor que presenta varía de unos cuantos metros hasta superar los 1000 m. Estos 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, piedernal y arenas, consolidados en una matriz calizosa, que al alterarse forman 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 y 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. Estas son rocas alcalinas intrusivas, hipabísales 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 acidentados 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 a gruesa.

Las rocas ígneas hipabísales están consideradas dentro de este grupo. Son muy comunes en el área de estudio, en forma de diques y cuellos volcánicos. Estos 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 como basaltos y diabásas, con texturas 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 enganche 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 mesas 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 (Sánchez 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 terreas, como los lacolitos de las sierras de San Carlos y Tamaulipas. Se for-

mó en la Orogenia Permotriásica, durante la cual operó como traspasí, 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 clásticos carbonatados, arcillosos y arcillo-calcáreos del Jurásico Superior, rocas calcáreas arrecifales y arcillo-calcáreos 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 (Fig. 2).

La cuenca de Magiscatzin es una depresión de más de 300 Km de largo, desde Monterrey, N.L. hasta cerca de Tamuin, S.L.P. Tiene una anchura promedio de 40 Km entre la Sierra Madre Oriental y las Sierras de San Carlos y Tamaulipas. En esta afloran las formaciones arcillo-arenosas: Méndez del Cretácico Superior y Viesgo del Terciario Inferior, las que presentan estructuras de pliegues sencillos 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 pliegamientos 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 hipabísaes, 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 quizás por efectos de intrusiónes ígneas que levantaron los sedimentos. El relieve de las rocas cretácicas 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 solo 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 anticinal 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 bentoníticos que existen en las formaciones citadas; estos al hidratarse aumentan su volumen y generan esfuerzos locales, que forman combamientos y fracturas. También se encuentran algunas fallas de saltos per-

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 linea 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 hipabísales 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 hipabísales y 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.

GEOLOGIA HISTORICA

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 períodos 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, domos y diques.

ESTUDIO GEOLOGICO 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 km² 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 (Fig. 3). En ella se encuentra la bahía 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 enfoco a hacer una evaluación vulcanológica de la zona, ya que la presencia de rocas ígneas extrusivas 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 geocranométricas por el método Potasio-Arás. 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 diábasas del Oligoceno Tardío. Los primeros tienen estructuras ómicas que han sido descubiertas por efectos de erosión y forman pequeñas lomas. Las diábasas 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 obras 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 formaran rocas intermedias como lutitas u otras más acidas como riolitas y microgranitos. Estas tienen estructuras burdamente ómicas, 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 diábasas 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 solo 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 diabásicas y basaltos del Mioceno Tardío. Esta actividad está representada por rocas basálticas del Plioceno Tardío, las que formaron algunos conos cineríticos y extensas mesas de lava de espesor variable, que escasamente supera los 20 m. El carácter de estas rocas manifiesta el inicio del proceso de diferenciación magnética 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 períodos de caídas 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 domáticas y coladas con huellas de flujo. Como casi todas estas rocas salieron por un conducto común, en varias etapas, es normal que las primeras lo obstruyan y que al hacer presión las siguientes, al tratar de salir, se formaran ramificaciones superficiales de ese conducto, crateres 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 siguiente:

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 de conglomerados y aluviones.

Desde el punto de vista hidrológico el área cuenta con varias corrientes permanentes superficiales, donde los ríos Pánuco, Soto la Marina, Tamesí 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 Sierra 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

Méjico, 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 estas 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 estos 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.

BIBLIOGRAFIA

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, R.J. 1955, Levantamiento Geológico de la Sierra de Tamaulipas. Archivo de la Zona Norte de Exploración de Petróleos Mexicanos. Tampico, Tamps. México.

Carrillo, R.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.

Cartagena, 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, Netherlands.

Demant, A. y Robin, C., 1975, Las Fases del Vulcanismo en Méjico Una Síntesis en Relación con la Evolución Geodinámica Desde el Cretácico. Rev. Inst. Geol. U.N.A.M., 75 (1), p. 70-83. Méjico.

Huang, W.T.; 1968, Petrologia. ÓTHEA. Méjico.

López Ramos, E., 1972, Carta Geológica del Estado de Tamaulipas a escala 1:500,000. Instituto de Geología de la U.N.A.M. Méjico, D.F.

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

Raiz, E., 1964, Landforms of Mexico. Prepared by the Geography Branch of the Office of Naval Research. Cambridge Mass. (U.S.A.) Carta a escala aproximada 1:3'500,000.

Ramírez, C. y Mendoza, V.P., 1977, Es-

tudio Geológico-Económico del Jurásico Superior en la Planicie Costera del Golfo. Tesis Profesional: E.S.I.A. I.P.N. 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.

Sánchez, 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.

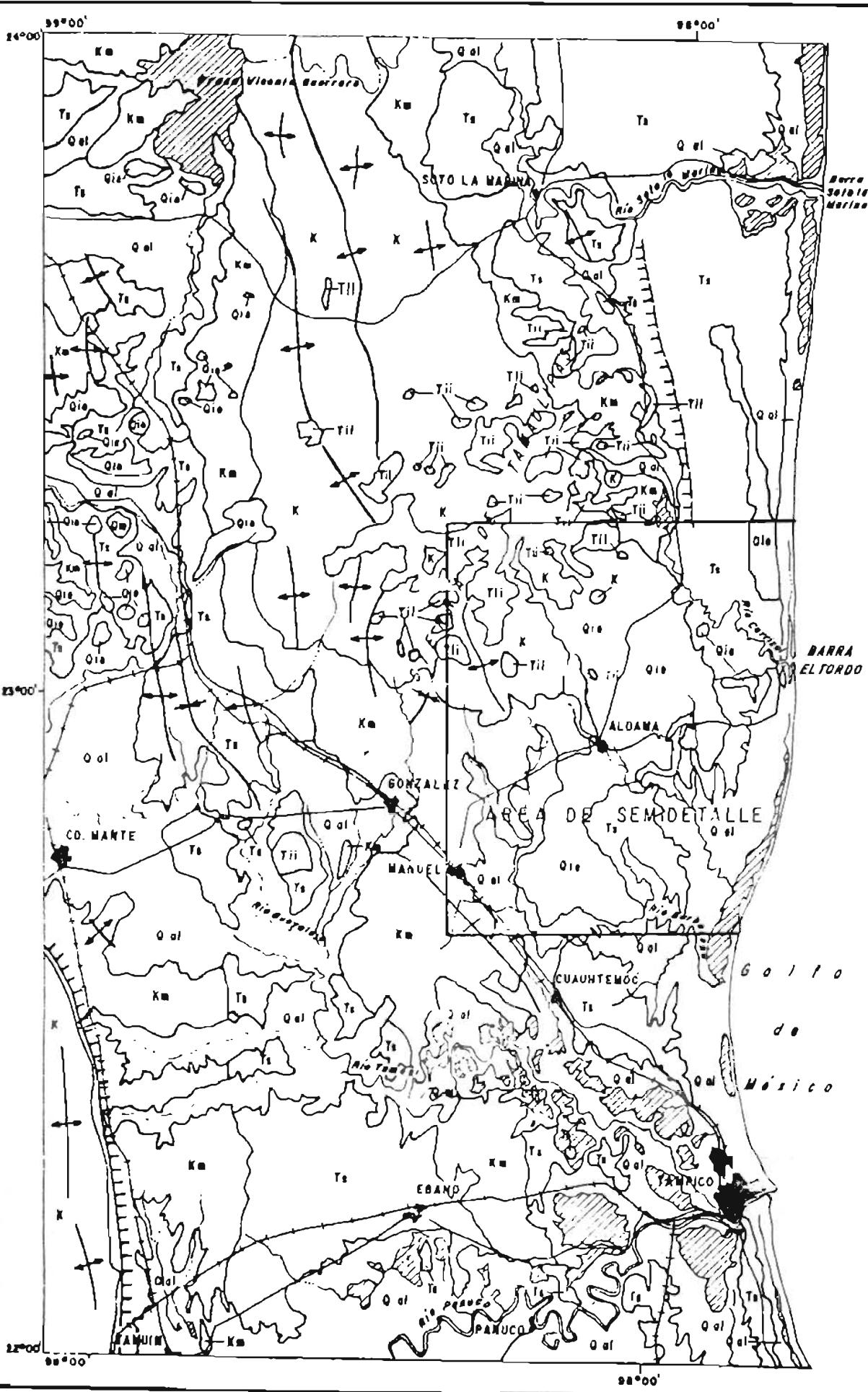
Vollbrechtshausen, U.R., 1966, Estudio Estratigráfico de las Formaciones de la Sierra de Tamaulipas. Archivo de la Zona Norte de Exploración de Petróleos Mexicanos, Tampico, Tamps. México.

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 MILLO NES DE AÑOS	EPOCA GEOLOGICA
		LATITUD N	LONGITUD W		
134	Andesita	23°30'00"	97°49'35"	Roca total	0.244 <u>±</u> 0.02
179	"	22°58'40"	98°03'30"	"	0.532 <u>±</u> 0.04
58	"	23°00'30"	98°00'55"	"	0.581 <u>±</u> 0.05
147	"	23°04'15"	97°58'00"	"	1.0 <u>±</u> 0.1
143	Basalto	23°07'30"	97°59'30"	"	1.4 <u>±</u> 0.1
155	Andesita	22°53'50"	97°55'10"	"	2.0 <u>±</u> 0.7
173	Basalto	23°00'00"	98°08'20"	"	2.6 <u>±</u> 0.1
79	Basalto	23°12'35"	97°48'25"	"	8.0 <u>±</u> 0.4
110	Diabasa	22°45'30"	98°04'30"	"	8.3 <u>±</u> 0.4
172	Gabro	23°00'05"	98°08'00"	Plagioclasa cálcica	16.0 <u>±</u> 0.8
190	Latita	23°13'20"	98°10'00"	Roca total	19.8 <u>±</u> 1.0
191	"	23°01'50"	98°13'35"	"	23.0 <u>±</u> 1.0
138	Diabasa	23°09'30"	97°55'00"	Plagioclasa sódica	24.0 <u>±</u> 1.0
					Oligoceno Tar- dío.

TABLA 1



EXPLICACION

CUATERNARIO:
Suelos y Aluvión

Q al

TERCIAARIO:
Lutitas y areniscas

Ts

SUPERIOR
Lutitas y margas

Km

SUP. MED. INF.
Calizas y Lutitas

K

ROCAS IGNEAS

EXTRUSIVAS

Bazaltos, frágilas y Andesitas

Ois

INTRUSIVAS

Gabbros, dioritos y sienitas

Tii

SIMBOLOGIA

CONTACTO GEOLÓGICO _____

SINCLINAL _____

ANTICLINAL _____

FALLA NORMAL _____

FALLA INFERIOR _____

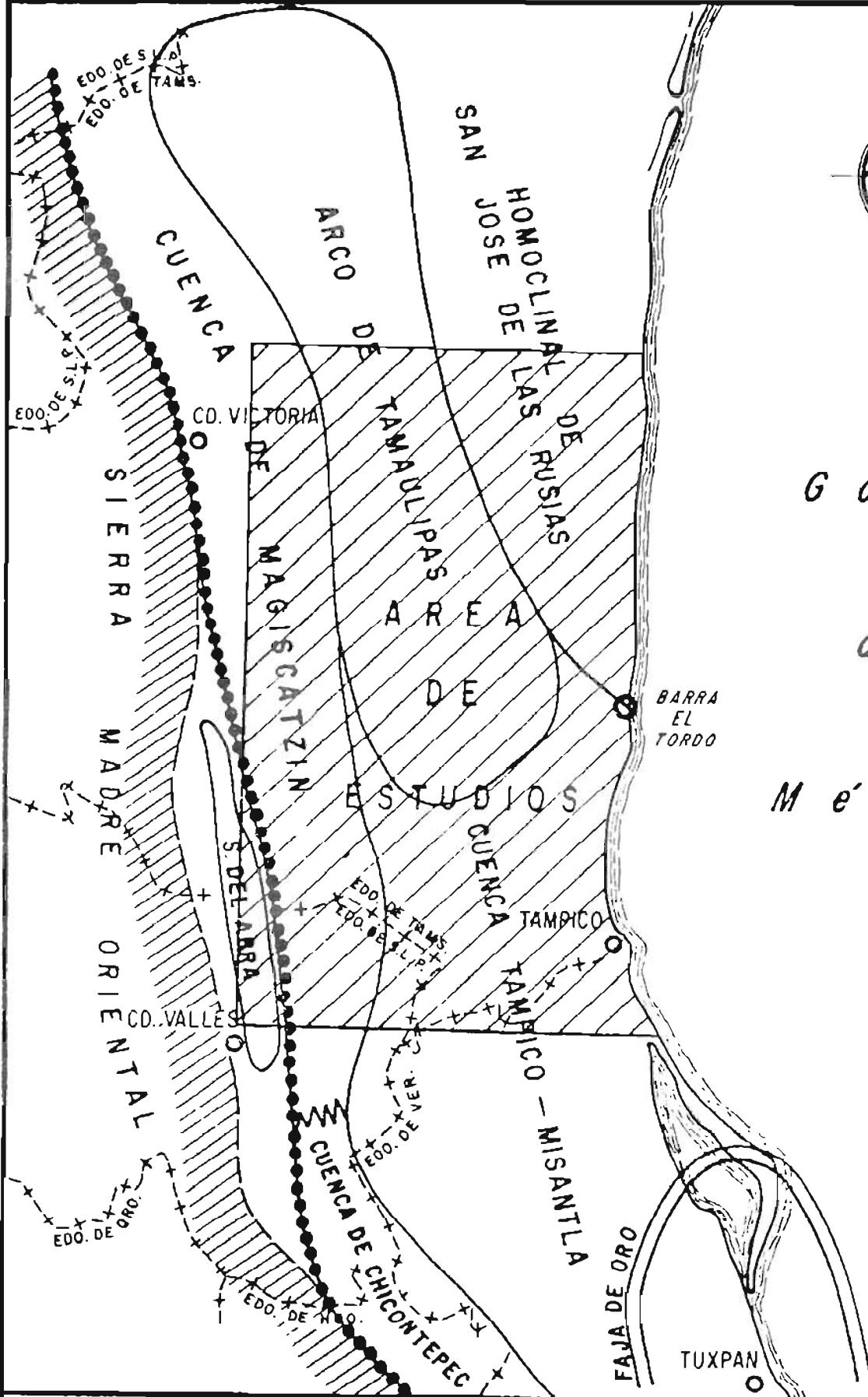
PRESAS Y LAGUNAS _____

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



G o l f o

d e

M e x i c o

NOTA

Tomado de trabajos Geológicos de la zona norte de Exploración de PEMEX
(Sanzores y Girard, 1969)

S I M B O L O G I A

LIMITE DE UNIDAD TECTONICA _____

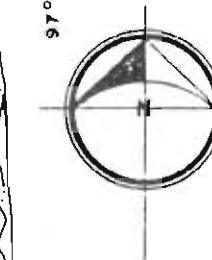


LIMITE DE UNIDAD TECTONICA DE SEGUNDO ORDEN _____



UNIDADES TECTONICAS DE
SEGUNDO ORDEN EN
LA PLATAFORMA DE TAMAULIPAS

EXPLICACION



ANDESITAS, BASALTOS Y TRAQUITAS DEL
PLEISTOCENO

E a

BASALTOS Y ANDESITAS DEL
PLIOCENO TARDO - PLEISTOCENO

E b

BASALTOS Y DIABASAS DEL
MIOCENO TARDO

H d

INTRUSIVOS INTERMEDIOS Y
ACIDOS DEL MIOCENO

I a

INTRUSIVOS BASICOS DEL
OLIGOCENO - MIOCENO

I b

CRETACICO
SEDIMENTARIO INDIFERENCIADO

K

TERCIARIO
SEDIMENTARIO INDIFERENCIADO

T

SUELOS, GRAYAS Y ALUVIONES

Q

ASENTAMIENTOS EN
ROCAS IGNEAS

TTT

FALLA INFERIDA EN ROCAS
SEDIMENTARIAS

TTTT

CONTACTO GEOLOGICO

.....

CONTORNO DE ESTRUCTURAS
VOLCANICAS

.....

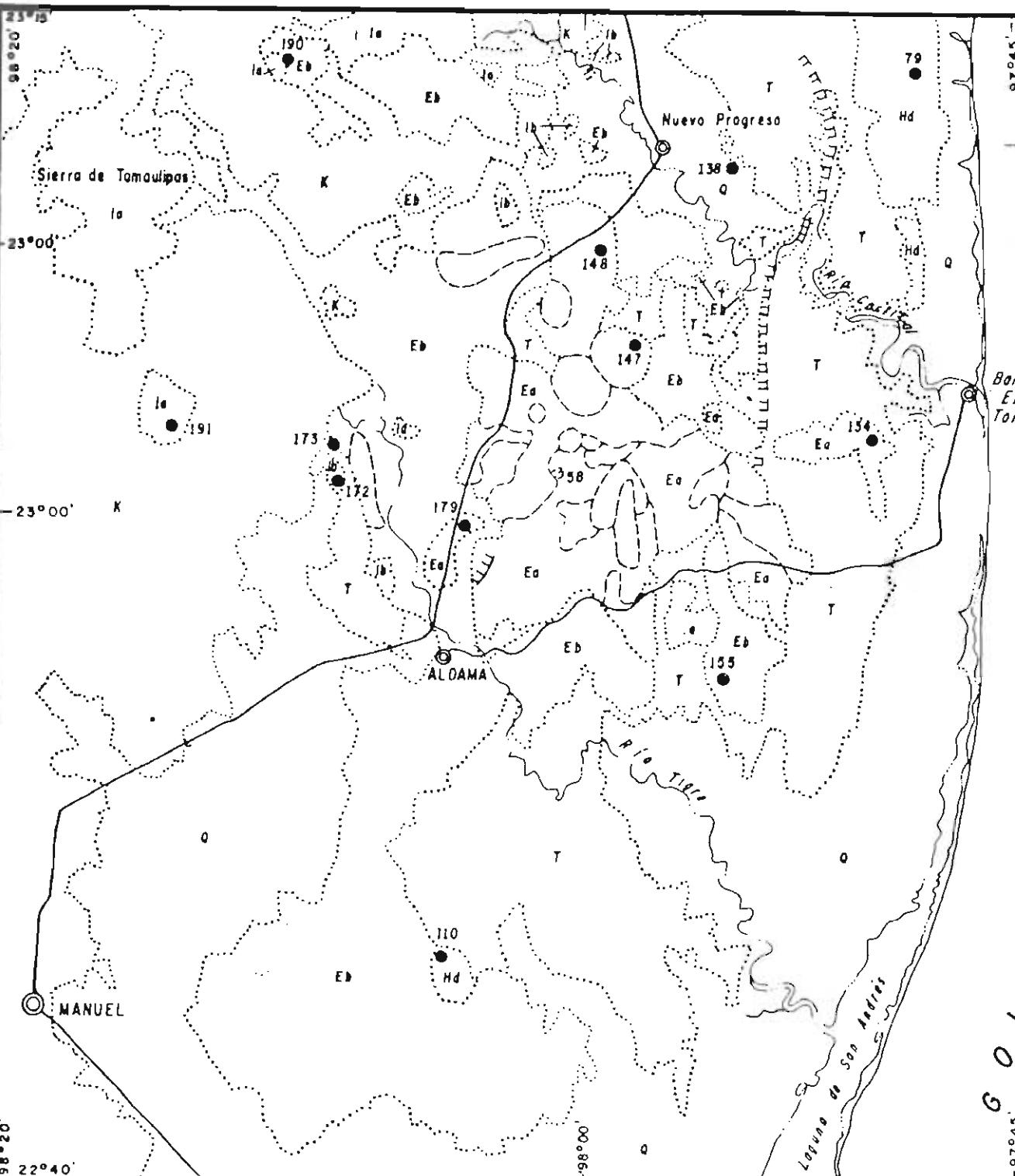
LUGAR DE MUESTREO DE
ROCAS

148

ESC. GRAFICA



G O L F O D E M E X I C O



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