



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

**ESCUELA DE INGENIERIA
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**ESTUDIOS HIDROGEOQUIMICOS EN LA CUENCA DE SAN
LUIS POTOSI Y EVOLUCION PIEZOMETRICA DE LOS
ACUIFEROS DE LA MISMA, EN LOS ULTIMOS DIEZ AÑOS.**

TRABAJO RECEPTACIONAL

ALEJANDRO GERMAN AMOZURRUTIA DIAZ

SAN LUIS POTOSI S. L. P.

1 9 8 3



T

GB1032

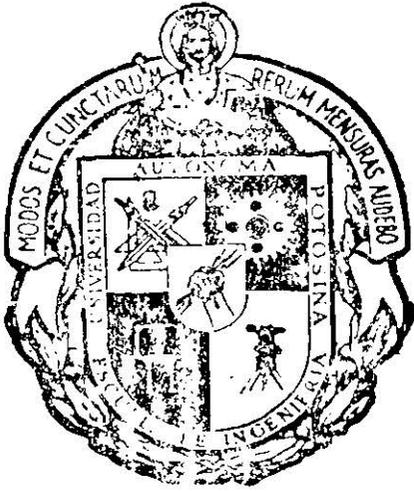
.S2

A4

C.1



1080073335



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

**ESCUELA DE INGENIERIA
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA**

**ESTUDIOS HIDROGEOQUIMICOS EN LA CUENCA DE SAN
LUIS POTOSI Y EVOLUCION PIEZOMETRICA DE LOS
ACUIFEROS DE LA MISMA, EN LOS ULTIMOS DIEZ AÑOS.**

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

ALEJANDRO GERMAN AMOZURRUTIA DIAZ

SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

1983

(73335)

EX-LIBRI



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA
DR. MANUEL NAVA * TELEFONO 3-11-26
APARTADO POSTAL 878
SAN LUIS POTOSI, S. L. P., MEXICO

Junio 2, 1981.

SISTEMA DE
BIBLIOTECAS
S. A. S. L. P.

Al Pasante Sr. Alejandro Germán Amozurrutia Díaz.
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 Reciprocal que deberá desarrollar en su Examen Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. Luis Banda Salas. Así como el Tema Propuesto para el mismo es:

"ESTUDIOS HIDROGEOQUIMICOS EN LA CUENCA DE SAN LUIS POTOSI Y EVOLUCION PIEZOMETRICA DE LOS ACUIFEROS DE LA MISMA, EN LOS ULTIMOS DIEZ AÑOS."

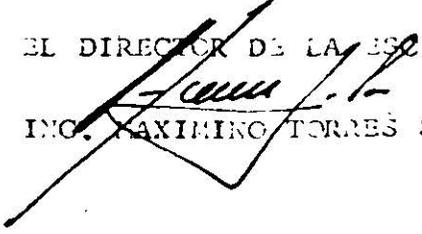
T E M A R I O:

- I.- GENERALIDADES.
- II.- FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA.
- III.- GEOLOGIA GENERAL.
- IV.- CONDICIONES GEOMORFOLOGICAS.
- V.- EVALUACION PIEZOMETRICA DE LOS ACUIFEROS.
- VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento -- con lo especificado por la Ley de Profesionales, 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 PADRES,
A LOS CUALES DEBO EL HABER ALCANZADO
LA CULMINACION DE MI CARRERA, YA QUE
CON SU AMOR, CARINO Y APOYO, ME HAN
DADO SEGURIDAD DE SEGUIR SIEMPRE HA-
CIA ADELANTE.

A MIS MAESTROS,
LOS CUALES ESTUVIERON DE UNA FORMA -
U OTRA, SIEMPRE PRESENTES EN MI FOR-
MACION COMO PROFESIONISTA.

A MIS HERMANOS,
POR SU APOYO MORAL, HAN ESTADO SIEMPRE
PRESENTES EN MI VIDA COMO ESTUDIANTE.

AGRADECEMOS MUY ESPECIALMENTE A LA RESIDENCIA DE
GEOHIDROLOGIA Y ZONAS ARIDAS DE SAN LUIS POTOSI
A CARGO DEL ING. GILBERTO HUMARA G. EL
CUAL ATRAVE DEL ING. ALEJANDRO ALVARADO O.
NOS PROPORCIONA LOS DATOS REFERENTES A LOS POZOS
PERFORADOS EN EL VALLE.

I N D I C E

	Pág.
Resumen	1
Introducción.	2
Objetivo.	2
Método del Trabajo.	3
Geografía del Area.	4
Fisiografía y Geomorfología.	7
Marco Tectónico Regional.	10
Estratigrafía.	12
Estructural.	31
Tectónica Regional.	32
Geología Histórica.	36
Geohidrología.	39
Termalidad.	40
Características Hidrológicas de las Unidades Litológicas.	42
Hidrogeoquímica (Antecedentes).	44
Descripción del Método para la Clasificación de las Aguas.	49
Parámetros utilizados para determinar la calidad del Agua. (Conductividad y Sodio)	55
Hidrogeoquímica (Interpretación).	58
Evolución Estática de los Acuíferos.	68
Conclusiones.	86
Recomendaciones.	89
Apendice	99
Bibliografía.	109

RESUMEN

El Valle de San Luis Potosí está ubicado en la parte central del Estado; dentro de la provincia fisiográfica de la Mesa Central según Erwing Raiss 1964, y tiene un origen vulcano tectónico formado durante el Terciario. En este Valle se han reconocido dos acuíferos principales, el primero y profundo se alberga en conglomerados terciarios y es confinado por rocas volcánicas de composición riolítica (Tobas e ignimbríticas). El segundo acuífero es de tipo libre y se encuentra en material conglomerático que viene rellenando el Valle desde fines del Terciario. Los análisis químicos de las aguas, indican una relación directa de las mismas con el tipo de rocas drenadas en los parteaguas. Y por lo tanto señalan una recarga de tipo local. Este punto tiene un firme apoyo en la configuración de isobalores para sólidos totales disueltos y/o para cationes y aniones que muestran tendencia de crecimiento de las márgenes Este y Oeste hacia el Centro del Valle. En trabajos anteriores se ha propuesto una recarga regional principalmente, sobre todo para el acuífero confinado, pero los argumentos usados para apoyar esta hipótesis son discutibles, tanto desde el punto de vista geológico como del hidrogeoquímico. El análisis de los trabajos que se han realizado hasta el momento con fines geohidrológicos y los resultados del presente estudio, indican que es más factible considerar un sistema de recarga total, y que el acuífero confinado contiene una mezcla de aguas fósiles y aguas de reciente infiltración, similares a los que han sido probados por isotopía en el Valle de Villa de Reyes.

La explotación de las aguas del acuífero confinado durante los años 1970-1980 ha provocado que sus niveles estáticos tengan un abatimiento anual promedio de 0.5- a 1.0 mts. en las zonas más explotadas (zona urbana e industrial) y que el acuífero libre tiene una variación de niveles dependiente de los períodos de lluvia y estiaje. Algunas de las implicaciones de este comportamiento de los acuíferos son analizados en este trabajo.

I N T R O D U C C I O N

Los primeros estudios hidrogeoquímicos en el Valle de San Luis Potosí, datan de 1960. A partir de entonces se han realizado muchos otros, tanto del mismo Valle como de zonas aledañas. Al mismo tiempo, la perforación de nuevos pozos dentro del Valle y los estudios geológicos realizados en la zona, han proporcionado un mayor conocimiento del subsuelo y del comportamiento hidrológico de las rocas que conforman el parteaguas del Valle. En el presente trabajo se hace una síntesis de lo que se ha expuesto en trabajos anteriores en lo referente a hidrogeoquímica y se compara con los resultados obtenidos por los presentes autores, según el muestreo realizado para el desarrollo del mismo.

Las descripciones litológicas que se presentan en el apartado de estratigrafía son resúmenes de las descripciones que aparecen en los trabajos de Aranda - Labarthe y Labarthe - Tristán, sólo que se trató de adecuarlas al texto, sin modificar en lo esencial y prescindiendo de aquellos aspectos que pensamos no tenía mucha implicación con el objeto de nuestro estudio.

Como el área tomada es cubierta por parte de cuatro Hojas 1:50,000 DETENAL, las cuales fueron sendos trabajos de cartografía geológica realizada por los autores antes mencionados, la integración de la columna estratigráfica fue conjuntada según los trabajos consultados. Esperamos que concuerde con la que harían los mismos. En el apartado de geología histórica, se trata de expresar los eventos ocurridos refiriéndolos a la columna litológica. Para mayor detalle en estos aspectos, consúltense los trabajos originales reportados en la bibliografía.

O B J E T I V O

En el presente trabajo se trata de examinar los conocimientos hidrogeoquímicos sobre el Valle, en el marco de los nuevos conocimientos geológicos y geohidrológicos sobre el mismo.

METODOS DEL TRABAJO

- 1.- Se consultó la bibliografía existente, y se recopiló los datos de los pozos perforados en el Valle.
- 2.- Se realizó un muestreo de aguas y se remitieron para su análisis.
- 3.- Se hizo la interpretación correspondiente.
- 4.- Se reconoció en el campo las unidades litológicas que conforman los parteaguas.
- 5.- Se procedió a integrar el presente escrito.

G E O G R A F I A D E L A R E A .

El área del presente estudio se encuentra en las inmediaciones de la Ciudad de San Luis Potosí y está limitada por los paralelos 22° 00' y 22° 30' de latitud norte y -- los meridianos 100° 45' y 101° 15' de longitud oeste (Plano -- No. 1).

Las principales vías de acceso del área son:

La carretera federal No.57 que comunica a la Ciudad de San Luis Potosí con la Ciudad de Querétaro.

Siendo la carretera federal No. 80 la que -- atravieza el área diagonalmente con una orientación aproximada suroeste-noreste, dirigiéndose por un lado hacia Guadalajara y a Matehuala en dirección opuesta.

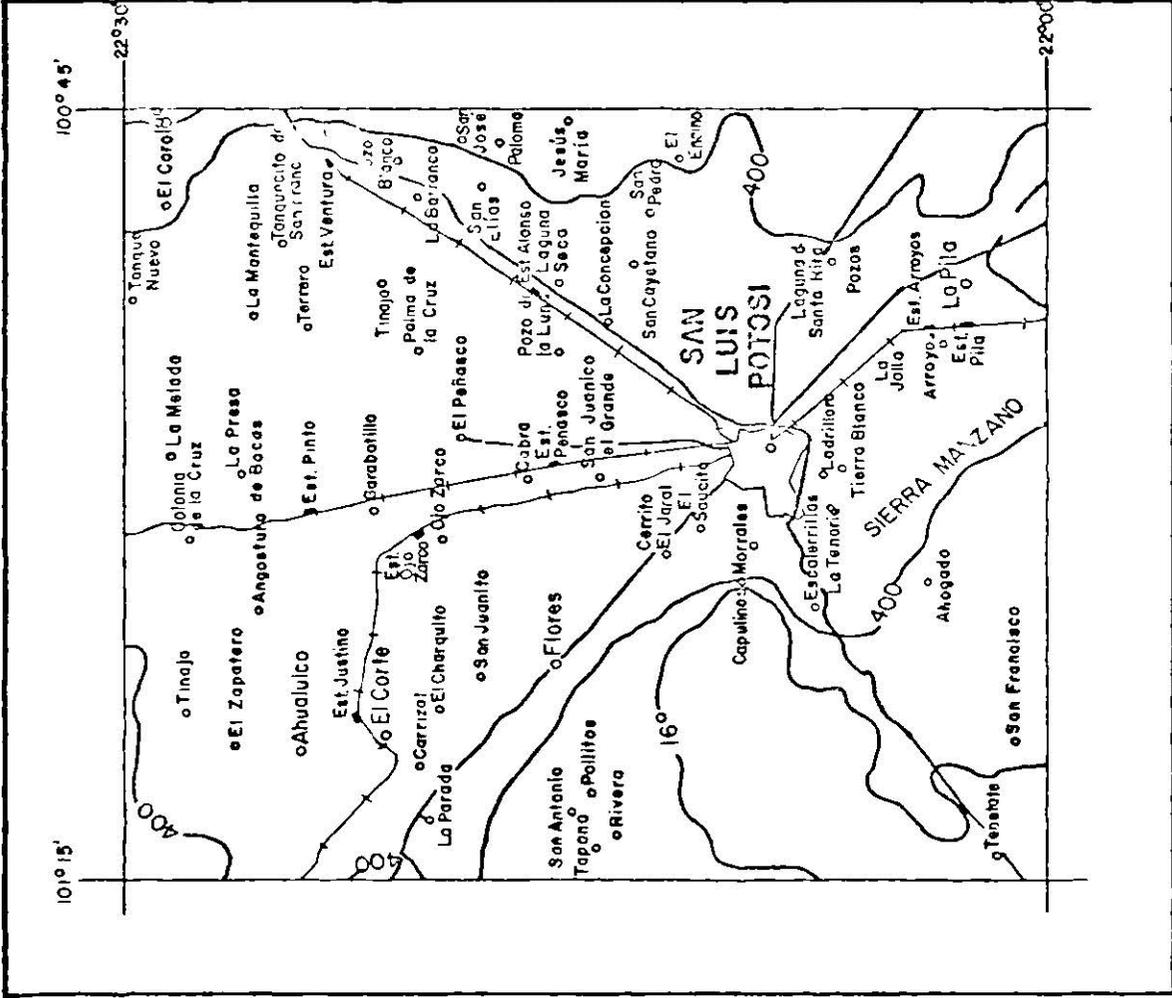
La carretera federal No. 49 que comunica a la Ciudad de San Luis Potosí con Zacatecas, existiendo otra que parte de la misma y que comunica a la Ciudad capital con Ahualulco, Moctezuma y Charcas.

Además existe un gran número de terracerías -- transitables en cualquier época del año, entre las que destacan por su importancia las siguientes:

Una que parte de Estación Ventura comunicando a los poblados, La purísima, Mantequilla, Tanque Nuevo y el -- Ojito.

Otra que comunica a la Ciudad de San Luis Potosí con el poblado de Peñasco.

La que parte de Mexquitic de Carmona y comunica a las rancharías; La Taponá, Obregón y Cerro Prieto. Y la -- carretera que comunica al poblado de Bocas, la cual entronca -- con la carretera que une a Ahualulco y Moctezuma.



PLANO No (1)

La que une a los ranchos Mezquital y San José de la Purísima con la carretera federal No.80, la que une a -- San Antonio y San Francisco, con la carretera arriba mencionada, más o menos a la misma altura.

Son abundantes también las brechas que sirven de enlace a numerosas rancherías y ejidos.

La comunicación por vía ferroviaria es también abundante, pues en la Ciudad de San Luis Potosí, cruzan 2 importantes vías, que corresponden a las rutas México-Laredo, - la de San Luis Potosí-Tampico y además la ruta San Luis Potosí Aguascalientes. Se cuenta además con un aeropuerto que funciona para vuelos locales y da servicio aéreo de emergencia, pero no se le considera ruta comercial.

FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA.

El área del presente estudio, se encuentra -- dentro de la Provincia Fisiográfica de la mesa central, según- (Erwin Raisz, 1964). (Plano No. 2).

La parte Este de la zona, ocupan las Sierras- de San Pedro y el Coro, donde se localizan los poblados del -- mismo nombre, se trata de sedimentos de edad cretácica, que pre- sentan un fuerte plegamiento de orientación NW-SE, la eleva--- ción de dichas Sierras varía de 1,900 m.s.n.m. en sus parte -- más bajas, hasta 2,200 y 2,300 m.s.n.m. Manifestándose la altu- ra máxima en el Cerro Lirios con una altura de 2,390 m.s.n.m., el cual se ubica al noreste del poblado el Coro; presentan to- pografía poco abrupta y formas subarredondadas por lo que se - les clasifica como de madurez temprana dentro del ciclo geomor- fológico. Estas estructuras son drenadas por numerosos arroyos intermitentes, cuyo patrón predominante es el tipo dentrítico, depositan sus aguas en los Valles de San Luis Potosí (Sierras- de San Pedro y el Coro). Villa Hidalgo y Villa Arista (Cerro - Lirios). Aranda y Labarthe (1977) reportan algunas dolinas y - cabernas de disolución en las inmediaciones de San Antonio --- Gufa, seguramente ocasionadas por el aumento de la solubilidad de las calizas de la formación Cuesta del Cura, debido a la -- cercanía a su transición a la formación Doctor.

El Valle de San Luis Potosí está separado del Valle de Villa Arista, por una pequeña sierra de escaso relie- ve formada por rocas de composición félsica de edad terciaria- y cuyos cerros siguen una orientación aproximada noroeste-sur- este. Los arroyos intermitentes que la drenan son escasos y de poca importancia.

La parte Occidental del área está representa- da por dos elementos principales.

10.- El que forma la llamada Sierra de San Mi

guelito y que consiste en un paquete de rocas volcánicas félsicas, de edad terciaria, que presenta Topografía abrupta con -- elevaciones de hasta 2,700 m.s.n.m. (Cerro el Potosí), en general la roca más abundante la constituye el derrame riolítico - San Miguelito, con una serie de tobas, vidrio e ignimbritas en la parte central de la Sierra, dadas las características mencionadas de predominancia de elementos abruptos, se le considera en etapa juvenil dentro del ciclo Geomorfológico.

Esta sierra es drenada por numerosos arroyos-intermitentes, cuyo patrón de drenaje es el tipo rectangular, controlado por el sistema de fracturamiento, siendo los más importantes los que circulan a través de las fallas, de éstas la más importante es la que ocupa el llamado Río de Santiago y cuyas aguas alimentan a las presas que ayudan a abastecer de --- agua potable a la Ciudad, gran número de arroyos que bajan de la sierra, desaparecen al llegar a la parte media del Valle -- por infiltración y evaporación, lográndose aprovechar algunos de ellos por medio de bordos y represas.

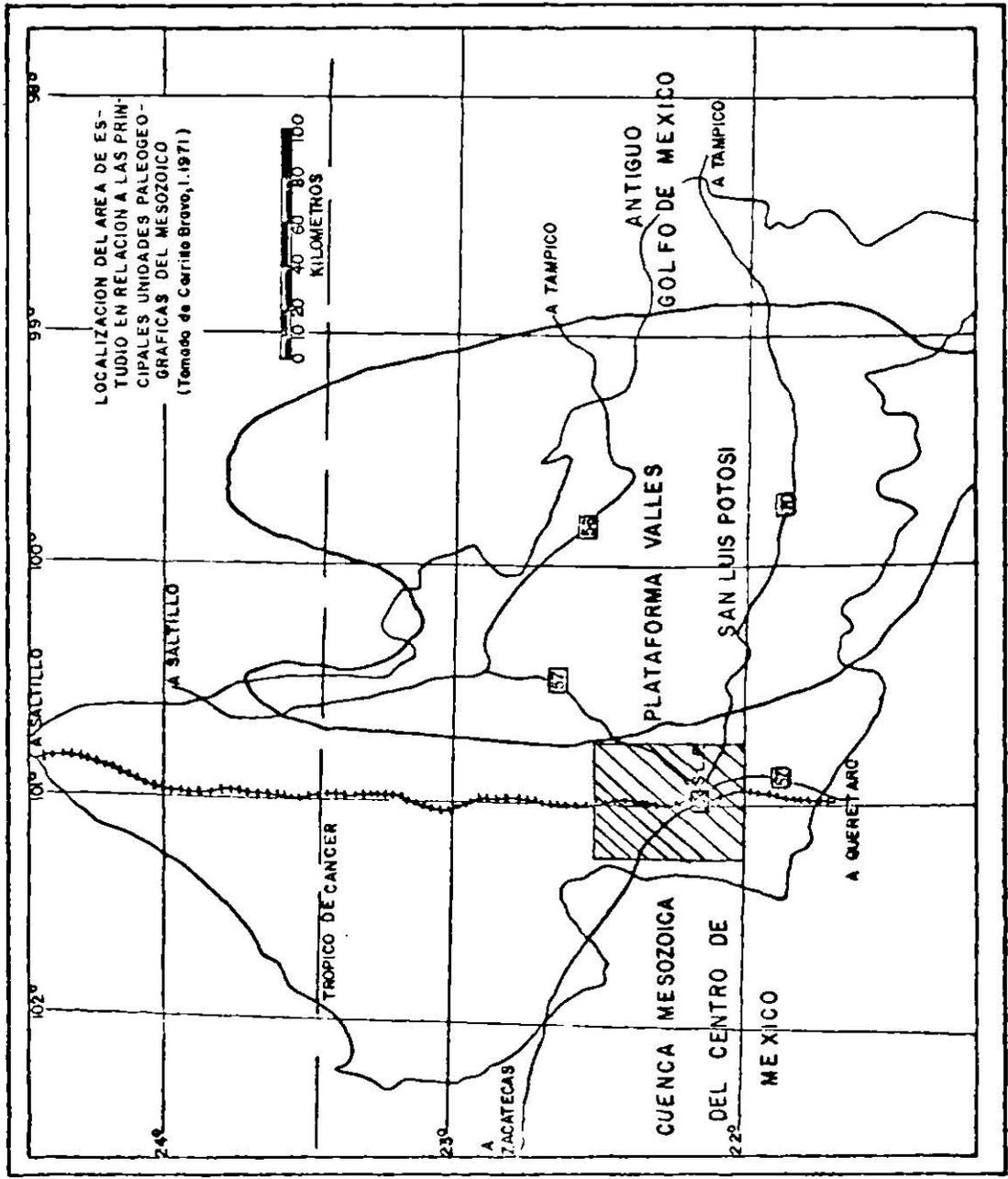
2o.- El otro elemento que circunda al Valle, - lo forma una secuencia de sedimentos carbonatados de origen marino, cuya mayor expresión la representa la Sierra el Pelón, - una buena parte de estos sedimentos están cubiertos por derrames riolíticos e ignimbritas que pertenecen al mismo evento -- volcánico que originó a la Sierra San Miguelito, éste material forma algunas masas, en forma de domo que se adaptaron a la Topografía preexistente, o como copetes de mayor resistencia de la erosión.

Se le considera como de madurez temprana dentro del ciclo Geomorfológico, aunque sufrió un rejuvenecimiento durante el terciario con la emisión del material volcánico.

El drenaje que se presenta es en general de tipo dentrífico, tomando carácter más pronunciado sobre todo - en las partes que drena a las rocas cretácicas.

MARCO TECTONICO REGIONAL.

El área del presente estudio, se encuentra -- muy cerca del límite que separa las dos grandes unidades paleo geográficas del mezosoico, éstas son la plataforma Valles-San-Luis Potosí y la cuenca mezosoica del Centro de México. (Plano-No.3). Dicho límite está marcado en la zona, por el cambio - - transicional entre las formaciones Cuesta del Cura y el Doctor (la facie prearrecifal de la formación el Abra de Carrillo Bravo).



PLANO No. (3)

E S T R A T I G R A F I A :

FORMACION LA PEÑA (Kip).
Cretácico Inferior (Aptiano)

Consiste de calizas cripto cristalinas de color gris claro a gris amarillento muy compactas, con incrustaciones esporádicas de pequeños nódulos de hematita, el espesor de los estratos de 1 m. con líneas estilolíticas paralelas a la estratificación, por lo general presentan nódulos y capas lenticulares de pedernal negro a castaño. Estas calizas se encuentran interestratificadas con capas delgadas de lutitas calcáreas físciles compactas, que intemperizan en color amarillento y rojizo de 1 a 5 cm. de espesor.

En algunos lugares, la caliza se presenta muy arcillosa de color violáceo, alternándose con delgadas capas de lutita del mismo color, no se conoce su espesor en el área ya que no aflora su base, por su litología se estima que ésta formación se depositó en un ambiente infranerítico.

FORMACION CUESTA DEL CURA (Kcc).
Cretácico Medio (Albiano-Cenomaniano).

En el área, ésta formación consiste de calizas negras finamente laminares de grano muy fino, en algunas ocasiones presenta gradación de color gris claro a gris oscuro con estratificación delgada y ondulada, presenta bandas de pedernal negro a gris castaño. En ocasiones presenta delgadas capas de caliza arcillosa y lutitas calcáreas con coloraciones violáceas y rojizas debido al intemperismo. Es difícil medir su espesor por presentar toda la unidad un sin número de pliegues de arrastre.

Estas dos formaciones descritas, forman los núcleos de las anticlinales que se presentan en el área: (San Pedro, El Coro, Lirios y Cerro Pelón).

En la parte Oeste del área del estudio, se observa un cambio de facies de la formación Indidura a la formación Soyatal, la diferencia entre ambas formaciones es como a continuación se describe.

FORMACION INDIDURA (Ksi).
Cretácico Superior (Turoniano).

En el área se presenta como calizas arcillosas de color gris claro, en estratos de espesor delgado, intercaladas con lutitas calcáreas de color gris claro que intemperiza a colores violáceos y rojizo no presentando macrofauna, al igual que la formación Cuesta del Cura se encuentra fuertemente plegada, presenta numerosos pliegues de arrastre por lo que es difícil medir su espesor.

FORMACION SOYATAL (Kss).
Cretácico Superior (Turoniano).

Solo aflora en la parte Este del área y se divide en dos unidades litológicas claramente distinguibles. La unidad inferior (Kss 1), consiste de calizas arcillosas, carbonosas y limolitas de color gris oscuro a negro en estratificación delgada y media con algunas intercalaciones de lutitas físilas, frecuentes vetillas de calcita y que en ocasiones presenta budinage.

La unidad superior (Kss 2), consiste de una alternancia de lutitas físilas de color gris verdoso que intemperizan en amarillo ocre, con calizas arcillosas y calcarenitas de color gris oscuro a negro, no presenta fósiles. El contacto con la formación Cárdenas que le sobreyace, se fijó arbitrariamente en donde dejan de presentarse las calizas gris os-

curas arcillo y sólo se observaron las y nit-
tas. Debido a que se presenta intermitentemente a o se le pu-
do medir su espesor.

Las formaciones Caracol y Cárdenas subyacen a las formaciones Indidura y Soyaltepec respectivamente. La formación Cárdenas representa un cambio de facies de la formación Caracol. Las características litológicas de cada una de ellas es como sigue:

FORMACION CARDENAS (Kcd).

Cretácico Superior (Coniaciano-Maestrichtiano).

En el área aflora en los flancos orientales de las Sierras Alvarez y el Coro, sobreyace la formación soyaltepec por medio de un contacto transicional y concordante. Su cima no aflora en la zona estudiada y en algunos lugares se encuentra cubierta discordantemente por tobas riolíticas del terciario (En Villa Hidalgo, S.L.P.) en otros sitios subyace a pequeños remanentes de un conglomerado continental del pleistoceno (Zona de Tlaxcalilla, Ranchito de los Guzmán y Rancho de la Escondida).

De una manera generalizada su litología en el área cartografiada, consiste en una secuencia de lutitas fisiles de color gris verdoso que intemperiza a un color amarillillo-ocre y que alterna en capas delgadas de areniscas calcáreas de color café amarillento, no se observaron microfósiles.

FORMACION CARACOL (Ksc).

Cretácico Superior (Coniaciano-Maestrichtiano).

En forma general, esta unidad se encuentra constituida, por una alternancia rítmica de Lutitas y Lutitas-
Calcáreas, su coloración es pardo rojizo a gris verdoso, de --
fractura astillosa, nodular y en ocasiones laminares. Limolitas, Limolitas arenosas y areniscas calcáreas de grano fino a --
mediano, color oscuro verde a pardo rojizo a amarillento.

y violáceo por intemperismo, con escasas calcarenitas de color café amarillento; la potencia de los estratos es sumamente variable y va de 1 cm. a 1 m., predominando la estratificación mediana.

R O C A S I N T R U S I V A S

PORFIDO MONZONITICO (Tm).

Terciario Inferior (Paleoceno-Eoceno).

Es la única roca intrusiva que se observa en el área, solo existen 2 pequeños afloramientos; uno en el poblado Cerro de San Pedro y el otro en un arroyo al Norte de este lugar, se trata de una roca de color café rojizo de textura porfirítica, con fenocristales de 2 a 8 mm. de ortoclása y algunos de muscovita y de un ferromagnesiano bastante alterado. Tiene disseminaciones y vetilla de molibdenita, al microscopio se observan los fenocristales de ortoclása y de un ferromagnesiano bastante alterado, en una matriz fina convertida en su mayoría en óxido de fierro, aunque se logran observar algunos cristales de plagioclásas, intrusiva a la formación la peña y está íntimamente ligado a la mineralización del Cerro de San Pedro.

CLASTICOS CONTINENTALES (Tc).

Terciario Inferior (Paleoceno-Eoceno).

Estos sedimentos representan la etapa erosiva posterior al plegamiento de los sedimentos marinos del cretácico. Por lo tanto se presentan rellenando depresiones sinclinales. Sus espesores son muy variables y afloran en forma muy aislada. En general consisten de conglomerados de fragmentos lajosos o subángulados de areniscas y lutitas principalmente y clastos de caliza y pedernal en forma subordinada y muy aisladamente fragmentos de granito. El proceso de depositación se desarrolló antes y durante la primera etapa de vulcanismo y por lo tanto también es posible observar fragmentos de rocas

ígneas extrusivas. Se presentan sobreyaciendo a las formaciones del Cretácico Superior y sobre las rocas Andesíticas. Durante las primeras emisiones explosivas del vulcanismo félsico continuaba este tipo de depósitos, tal como se expone en las descripciones siguientes. El espesor máximo reportado por Labarthe y Tristán para la Hoja Ahualulco es de 40 m. al Oriente de la Carretera a Charcas, en el límite Norte de esa Hoja. En el flanco Occidental y Oriental del Cerro Chiquihuitillo se presenta como una secuencia de brechas, conglomerados, areniscas poco consolidadas, arcillas y algunas intercalaciones tobáceas. En esta parte los sedimentos parecen haberse depositado en cuerpos de agua.

R O C A S V O L C A N I C A S .

ANDESITAS (Tan).

Paleoceno-Eoceno.

Esta roca representa la primer actividad volcánica en la zona, sus afloramientos no son muy extensos, aflora sobre todo en la parte central, norte y noroeste de la Hoja Ahualulco, también se presenta cerca de Mexquitic y Milpillas-subyace a la Dacita Jacavaquero, a la latita porfirítica y la ignimbrita Ahualulco, El espesor máximo observado es de 60 m.- en la ladera oriente del Cerro Los Hornos, en el límite norte de la Hoja Ahualulco, sobre la carretera a Charcas presenta 30 m. de espesor. Afloramientos más aislados se encuentran en diferentes puntos. Algunos de estos son: al noroeste de Monte Calera y al suroeste del Cerro de San Pedro. Aquí se presenta subyaciendo a la latita porfirítica. En ambas zonas se trata de una roca de color gris oscuro verdoso, con escasos fenocristales de 1 a 2 mm. de biotita, al microscópio se observa como un agregado de plagioclásas y biotita.

TOBA CLAVELLINAS (Tcl).

Paleoceno - Eoceno.

Aflora al Poniente de San Agustín de Clavellinas. Se trata de un paquete de rocas volcánicas y depósitos lacustres interestratificados con éstas. Esta unidad aflora localmente donde se menciona, descansa discordantemente sobre la formación Caracol y subyace a los clásticos continentales terciarios. Esta unidad está formada en su base por una emisión fluida de enfriamiento rápido (vitrófido negro) cubierto por una brecha rojiza silificada. Sobre la brecha descansa un flujo de ceniza escasamente soldado, cuya matriz se presenta lenticularmente Zeolitizada. Un vitrófido negro separa a esta de una serie de tobas depositadas por el aire, entre las que se intercala un cuerpo arcilloso de 31.8 m. El espesor total de la unidad es de 94.5 m.

Las características antes descritas indican que las rocas volcánicas que forman la unidad se depositaron en una depresión, en la cual entre algunos eventos explosivos se depositaron también sedimentos de lago o clásticos continentales terciarios.

DACITA JACAQUERO (Tj).

Aflora solamente hacia la parte norte de la Hoja Ahualulco, un poco al oriente de la carretera estatal a Charcas. Se trata de una roca de color gris claro, de textura porfirítica, con 15% de fenocristales de 2 a 3 mm. de plagioclasas y biotita, en una matriz desvitrificada y con muy notable estructura fluidal.

Por su mineralogía y análisis químico puede clasificarse como una dacita.

Se presenta hacia su base descansando sobre la andesita con un vitrófido de 1 a 2 m. de espesor. Se halla muy fluidal y brechosa y presenta zonas con fumarolas. Se trata de un flujo de lava. Subyace a la latita porfirítica con un vitrófido negro.

Su espesor máximo en la Hoja es de 190 m.

Al oeste de la carretera a Charcas, se presenta una ignimbrita de igual composición a la que se ha llamado ignimbrita Jacavaquero (Tij).

LATITA PORFIRITICA (Tlp).

Se trata de una roca de color café grisáceo - con 10-20% de fenocristales, de 2-6 mm. algunos de hasta 2 cm. de plagioclásas y algunos de cuarzo en una matriz fina que presenta al microscópio fenocristales de plagioclása (andesina), - ortoclása y cuarzo subordinado en una matriz de microlitos de plagioclása y vidrio. Contiene abundante hematita y magnetita - diseminada en vetillas, en algunos lugares se le observa textura fluidal, intemperiza en un color grisáceo amarillento haciendo verdosos.

Esta unidad aflora en la parte Oriente del Valle en forma más o menos abundante, cubriendo discordantemente a las formaciones cretácicas carbonatadas. Se considera que -- fue extruída a través de fisuras, aprovechando el fracturamiento de la zona, debido a los efectos de la Revolución Laramide - que plegó y fracturó los sedimentos cretácicos mencionados.

RIOLITA QUELITAL (Trq).

Posteriormente ocurrió un derrame riolítico - de color rojizo, fuertemente oxidado con un 60% de fenocristales de cuarzo predominante y sanidino empacado en una matriz - fina. Presenta abundante hematita diseminada y en vetillas, se le parecía estructura fluidal y sobre ésta existe una ignimbrita de la misma composición, en la que se observan fragmentos - de pómez (colapsada). Su cima está formada primero por una toba depositada por el aire de unos 6 m. de espesor, luego un vitrófido de unos 10 m. y sobre éste una zona brechosa de unos - 15 m. de espesor. Estas unidades separan a la latita porfirítica

ca del otro gran paquete volcánico que se presenta en el área - y que lo constituye la riolita San Miguelito, ésta es la roca - más abundante de la zona y representa extensos afloramientos - en la Sierra del mismo nombre.

RIOLITA SAN MIGUELITO (Tsm).

Labarthe y Tristán, la definen como una roca - de color gris claro de texturas porfiríticas y fluidal con 20% de fenocristales de 2-4 mm. de sanidino y cuarzo en una matriz fina. Siendo los fenocristales de sanidino anhedral y cuarzo - anhedral, en una matriz de microlitos de los mismos componen- tes con algo de vidrio y óxidos de fierro. Es notable su flui- dez, siendo frecuente observar pliegues de flujo.

En ocasiones la riolita San Miguelito se pre- senta con menos fenocristales, mucho más fina la matriz, con - un color gris violáceo, es frecuente encontrar sus márgenes -- brechosas y silicificadas. Presenta en forma particular, sobre todo hacia el Cerro Grande, importantes zonas de 10 a 50 m. de espesor de una toba depositada por el aire y un vitrófido ne-- gro que separa distintos flujos. En el Cerro Grande tiene espe- sor de más de 500 m.

TOBA LITICA (Tt1).

Aflora abundantemente hacia la esquina SE de- la Hoja Tepetate, asociada a la fuente principal del derrame - San Miguelito. Consiste de una toba lítica, bién estratificada, con capas de 5 a 40 cms. de espesor, de color crema a marillo- claro, en ocasiones verdosa. Tiene algunas capas de vidrio de- color verde claro, Present. de 10 a 20% de fragmentos angulo-- sos de una roca café rojizo, con fenocristales de mica, y tie- ne un 10 a 20% de fenocristales de cuarzo y sanidino en matriz fina. El contenido de líticos es muy variable en toda la uni-- dad. En general se encuentra muy poco soldada, aunque llega a- tener zonas con soldamiento parcial y también algunas partes -

están bien soldadas.

Sobreyace concordantemente al derrame de riolita San Miguelito con una zona brechosa lenticular de unos 20 m. de espesor, y a su vez subyace también concordantemente a la ignimbrita Bolas.

Esta unidad tiende a acunarse hacia el NW y su espesor es del orden de 100 m.

IGNIMBRITA CANTERA (Tic).

Aflora en una zona relativamente pequeña que se localiza en las cercanías del poblado de Capulines.

Se presenta en su base con un vitrófido lenticular de 1 a 3 m. sobre el que descansa una toba depositada -- por el aire de 10 a 15 m. de espesor. Sobre ella aparece la ignimbrita soldada parcialmente, con abundante pómez casi colapsar. Es una roca de color de rosa, de textura porfirítica y eutaxítica con 15% de fenocristales de 2 a 4 mm. de cuarzo anhedral y sanidino euhedral, en una matriz criptocristalina.

Sobreyace concordantemente a los derrames de latita porfirítica y riolita San Miguelito. No está cubierta -- por rocas jóvenes en la zona de Capulines tiene aproximadamente 70 m. de espesor.

IGNIMBRITA BOLAS (Tib).

Aflora hacia las estribaciones norte y oriente de la Sierra de San Miguelito, y como casquetes más o menos aislados sobre el derrame de riolita San Miguelito. Consiste -- de una roca de color gris rosado a café grisáceo, de textura porfirítica, con 30 a 40% de fenocristales de 2 a 5 mm., siendo un 20% de cuarzo y 20% de sanidino, en una matriz fina. Llega a tener muy aislados fragmentos líticos de la riolita San --

Miguelito. Se le llega a observar textura eutaxítica con fragmentos de pómez colapsados. Al microscópio se observa que la matriz consiste de microlitos de cuarzo y sanidino con algo de vidrio. Se le clasificó como ignimbrita riolítica. Intemperiza formando grandes bloques arredondados y es característico su fracturamiento normal al echado.

Sobreyace concordantemente a las rocas mencionadas anteriormente y en general su base es un vitrófido - 0.5 a 3 m. de espesor y una toba depositada por el aire de 1 a 10 m. de espesor (tab).

Subyace más o menos concordantemente a la ignimbrita Panalillo.

El espesor de toda la sección, incluyendo -- las dos unidades mencionadas, se estima de unos 500 m.

TOBA EL PEAJE (Ttp).

Intercalada entre la ignimbrita Bolas, existe una toba depositada por el aire (Ash-Fall) que se cartografió separadamente. Tiene unos 80 m. de espesor, es de color blanquecino a crema y café claro, bien gradada, en capas de 5 a 40 cms. de espesor, con interestratificación de horizontes de grano muy fino caolinizados, otros con fragmentos del tamaño de arena gruesa y otros con abundantes líticos de 1 a 5 cm. de diámetro. Presenta en ocasiones capas de color café rojizo claro de grano muy fino.

Esta toba se encuentra sobreyaciendo a la ignimbrita Bolas, consistiendo su base en un horizonte de unos 10 m. de espesor de una ignimbrita de color de rosa a gris -- amarillento, vesicular, con abundante pómez sin colapsar.

Subyace a las ignimbritas Escalerillas y Bolas en forma concordante.

IGNIMBRITA ESCALERILLAS (Tie).

Descansando concordantemente sobre la toba - El Peaje, aparece un horizonte de 10 a 30 m. de espesor de -- una toba poco soldada, de color rosa, con pómez sin colpsar y con un 5 a 10% de fragmentos líticos de color rojizo y algu-- nos verdosos. Por considerarla un buen horizonte índice se -- cartografió separadamente. Al norte de la cortina de la Presa del Peaje descansa sobre el material de fuente y está cubier-- ta por la ignimbrita Bolas.

Esta unidad se presenta delgada hacia el NW-- de sus afloramientos y se engruesa hacia el SE, contrariamen-- te a lo que suceda con la toba El Peaje, que está con más es-- pesor en el NW y se adelgaza hacia el SE, en el Río Potosino-- desaparece la toba El Peaje y la ignimbrita Escalerillas des-- cansa directamente sobre la riolita San Miguelito.

IGNIMBRITA AHUALULCO (Tia).

En realidad se trata de un paquete de rocas-- volcánicas que en forma general se puede dividir en 3 miem--- bros. El miembro inferior (Tiai) lo constituye una ignimbrita de color gris rosaceo a gris rojizo, textura porfirítica y fe-- nocristales (40%) de 2 a 4 mm. de cuarzo, sanidino de plagio-- clasas, la feldespatos son euhedrales y el cuarzo se presenta anhedral. La matriz se presenta desvitrificada y con óxidos - de fierro. Presenta abundantes líticos y algunos fragmentos - de pómez, es común observar fluidez en la matriz. En la base-- el intemperismo es más pronunciado y predomina un sistema de-- juntas horizontales. En la parte media es columnar y su color más rojizo; se le nota más la fluidez y presenta fracturas re-- llenas de ópalo blanco y rosa. Su parte superior es un hori-- zonte brechoso con abundantes cavidades.

En la sierra el Mastrante existe una fuente-- de material descrito, las fallas marginales que presenta esta

fuelle, indica un colapsamiento de la misma. El análisis químico de muestra de estas rocas la clasifica como una cuarzo--latita. Su contacto inferior con las rocas a las que sobrea--ce es siempre un vitrófido negro de 1 a 5 m. de espesor sobre el que se depositó una toba parcialmente soldada de color --blanco y unos 5 m. de espesor.

El miembro medio (Tia_2) está separado del --miembro inferior por un vitrófido verdoso con escasos feno---cristales. Su espesor aproximado es de 10 m. sobre este des--cansa un paquete volcanoclástico de 20 a 30 m. de espesor, --presenta abundantes fragmentos angulares de areniscas de la -formación caracol, algunas de roca volcánica en una matriz fi--na con 5% de fenocristales de cuarzo de 3 a 4 mm. Los fragmen--tos más grandes (hasta 10 cm.) están en la base y los más fi--nos en la cima. Sobreyaciendo a este paquete, existe un vitró--fido negro de 1 a 2 m. de espesor que representa la separa--ción entre el miembro medio y superior.

Miembro superior (tia_3). Este se constituye--de una ignimbrita bien soldada de textura porfirítica, con --40% de fenocristales de cuarzo, sanidino (de 2 a 5 mm.) y de--plagioclasa, aunque menos abundantes, presenta tepalcates y -óxidos de fierro. Es muy semejante al miembro inferior y el -análisis químico realizado, la clasifica también como una ---cuarzo-latita. Este miembro está restringido a la zona centro--oriental de la Caldera Ahualulco. Presenta una importante zo--na de fuente caracterizada por franjas tabulares de vitrófido--negro y verde claro vertical o muy inclinado por juntas hori--zontales. Sobreyaciendo a este vitrófido aparece un horizonte--de 5 m. de espesor de una toba blanca depositada por el aire--con líticos de la formación caracol, se haya bien estratifica--da y gradada. Sobre este se deposita un vitrófido negro con -estructura columnar bien definida, se erosiona dejando una se--rie de picachos delgados. Su espesor aproximado es de 40 m.

BASALTOS TERCIARIOS (Tb).

En la márgen oriental del arroyo El Juachín, - subyaciendo a la formación Panalillo y sobre el derrame San iguelito, se presenta un horizonte de basalto de unos 15 m. También aflora al Oeste del área (NW de la Hoja Tepetate). Se trata de un basalto vesicular de color negro, con escasos fenocristales de biotita y olivino. En la brecha que va de Palmar-Segundo a Mexquitic, existe un pequeño afloramiento de basalto negro, vesicular y con fenocristales de olivino. Descansa discordantemente sobre la latita porfirítica.

RIOLITA PANALILLO (Trp).

Se trata en realidad de un paquete de rocas riolíticas que presenta junto con la ignimbrita Ahualulco la última actividad volcánica de la zona.

La sección más completa fue descrita por Tristán Labarthe en la cartografía geológica de la Hoja Tepetate.- En su base es un vitrófido gris oscuro de 1 a 5 m. de espesor, sobre él descansa una toba depositada por el aire de espesor variable, desde unos cuantos metros cerca del barbecho hasta 50 m. En la zona de Cerro Prieto, se presenta bién estratificada y con graduación, las capas varían en espesor entre 5 - 30-cm., algunos horizontales presentan líticos de hasta 10 cm. de diámetro. Su color es crema a ligeramente rojizo. A la secuencia tabácea anterior sobreyace lenticularmente un vitrófido de 1.5 m. de espesor. Sobre este descansa la ignimbrita de composición riolítica que le da el nombre a este paquete. Se trata de una roca de color gris rosáceo a café claro, de textura porfirítica eutaxítica con 10 a 15% de fenocristales de sanidino y cuarzo en una matriz muy fina, compuesta de microlitos de feldespato y vidrio y presenta fragmentos alargados de pómez.- Su espesor cerca de Cerro Prieto es de 40 m., esta descansa en forma concordante una riolita esferulítica de color café. Su espesor en el área de Cerro Prieto es de 20 a 30 m. Por lo observado en la Hoja San Luis se nota que su espesor aumenta de Este a Oeste. Descansa discordantemente sobre la latita porfi-

rítica, sobre la riolita San Miguelito y sobre la ignimbrita--
bolas.

El final de la actividad ígnea del terciario está marcada por pequeños flujos ascendentes de magma ácido -- que en algunos casos llegó a emerger formando pequeñas estructuras dómicas (Noreste del anticlinal El Marín, Oeste de la Estancia el Arenal y Cerro Picacho). En general este tipo de rocas se presenta silicificada y oxidada. Tiene un 30% de fenocristales de 2 a 4 mm. de sanidino, cuarzo y biotita y como mineral accesorio presenta topacio. Intrusiona a las rocas calcáreas cretácicas y pudiera ser el causante de mineralización en algunos lugares (prospecto plata verde). En forma especial cabe mencionar un pórfido granítico que aflora en la ladera oeste del Cerro El Negro. Es una roca de color gris verdoso, textura porfirítica, con 15% de fenocristales de 2 a 4 mm. De cuarzo anhedral y algunos de biotita en una matriz fina. Tiene aislados cristales de una florita morada y verde. Los ferromagnesianos se hayan en general alterados a clorita. Intrusiona a la formación indidura. La ignimbrita Ahualulco se presenta alterada en su cercanía con esta roca intrusiva por lo que el pórfido se considera posterior a la emisión de la misma. Por esto se le ubica dentro del terciario superior.

CONGLOMERADOS CONTINENTALES.

Cuaternario (Pleistoceno).

Se encuentran al pie de las sierras como abanicos c formando pequeñas lomas. Su litología varía de un lugar a otro, según sea el material erosionado, en la parte sur-occidental del área se presenta gran desarrollo conglomerático de rocas ígneas en el que llegan a presentarse bloques arredondados de hasta 30 cm. Predominan los tamaños de 10 a 15 cm. (colonia Las Lomas e inmediaciones de Morales). De la sierra hacia el valle, el tamaño de los fragmentos disminuye rápidamente. En parte porque su gradación se hace más fina y en parte por que el desarrollo de suelo es más significativo y lo

y lo cubre el conglomerado desaparece a unos 2 km. de distancia del pie de la sierra de San Miguelito. Desarrollos similares y aún mayores se pueden observar en la parte sureste del Valle en los cortes de la carretera a México.

Hacia el noreste, dado que los principales elementos de relieve son rocas carbonatadas de origen marino, predominan los fragmentos de caliza y pedernal (Flanco Oriental de la Sierra de Alvarez). Pero como también se presentan parcialmente cubiertas por rocas ígneas, en donde esto sucede los conglomerados se forman por fragmentos de caliza, pedernal, riolita y basalto (inmediaciones de tanque nuevo). Hacia la parte noroeste, esta unidad está básicamente representada por los depósitos de talud o abanicos aluviales formados por fragmentos de las rocas que conforman las sierras a cuyo pie se depositan.

BASALTOS.

Cuaternario (Pleistoceno-Reciente).

En Picacho de la Cruz se observa un pequeño cuerpo de basalto, cubriendo directamente a la ignimbrita Chiquihuitillo. Se trata de una roca de color negro, muy vesicular y con muy escasos fenocristales de olivino y mica.

En la parte noreste del área se encuentran dos grandes cráteres de explosión o xalapazcos conocidos como la Joya Honda y la Joyuela. A ellos se asocian algunos derrames basálticos y sobre todo un potente (aunque poco extenso) espesor de piroclásticos. La serie piroclástica de la Joya Honda ha sido dividida por Aranda y Labarthe en dos unidades fundamentales, la primera de estas es definida como una brecha tobácea basáltica y consiste de partículas de caliza, cenizas y escoria del tamaño de Lapilli, mezclados con piroclastos y fragmentos de caliza del tamaño de bloques. Presenta además abundantes nódulos formados principalmente por Lherzolitas y Dunitas y en menor proporción Granulitas y Charnoquitas (Gasquin y Butler 1975). Esta unidad rodea parcialmente a cráter.

en forma de anillo angosto (250 m.) que ensancha considerablemente al noroeste (1000 m.) cabe indicar que esta unidad descansa sobre una secuencia de piroclástos del mismo material - entre los que se observan un paleosuelo indicando diferentes ciclos explosivos. La unidad superior denominada toba basáltica, se encuentra expuesta principalmente al NE del cráter, pero también se presentan pequeños remanentes al Noroeste y Suroeste del xalapazco. Presenta un típica secuencia tobacea en la que se observa clasificación de los fragmentos de caliza en proporciones aproximadamente iguales y cristales aislados de olivino. Su espesor varía de una decena de metros en las inmediaciones del cráter a un metro en los lugares más alejados.

Los piroclásticos asociados a la Joyuela son muy similares a la unidad brechoide de la Hoya Honda. Sin embargo en éstos, los nódulos de Lherzolita y Dunita son más escasos, los bloques de basalto y caliza son más grandes (hasta 60 cm.), presenta fragmentos de riolita y existe una colada de basalto intercalado entre la unidad de brecha, lo que señala dos ciclos explosivos mayores. En la base de los piroclásticos se presenta un horizonte de escoria de color rojizo.

Por sobreyacer a un conglomerado continental en donde Aranda y Labarthe encontraron restos de un posible Mamut y por contener dentro de la unidad de toba, el molde completo de un caballo (reportado por Cabrera Ipiña 1952, 1962 Aranda y Labarthe 1977), los últimos le asignan estos piroclásticos una edad Pleistoceno-Reciente.

PUMICITA DEL DESIERTO (Qd).

Aisladamente en el área y sobre todo al SW de la Iglesia del Desierto a unos 300 m. del Club de Tiro Halcones, aparece un horizonte de ceniza volcánica de 0.5 a 2.5 m. de espesor. Se presenta poco consolidado, de grano fino, color blanco y muy ligero. Al microscópio se observa que se -

trata de un vidrio con un 2 a 3% de feldespatos. Se le observa bien estratificado y en ocasiones con estratificación cruzada. Aisladamente y hacia su base presenta lentes de grava con fragmentos de rocas riolíticas. Se trata de cenizas que representan la última actividad volcánica y que fueron depositadas en pequeñas depresiones en la zona, ocupadas por agua. Sobre la pumicita solo existe una capa de suelo.

ALUVIONES (Q).

Cuaternario (Reciente).

Está formado por gravas, arenas, limos y arcillas que son arrastrados por los agentes de erosión hacia las partes bajas. Forman el relleno de los valles y su clasificación y distribución va graduado hacia el centro de las depresiones donde se depositan. En general entre más amplia sea la depresión, existirá una mejor gradación. Los fragmentos más gruesos siempre están más cerca de las márgenes y los más finos en el centro de los valles. Los mayores espesores Aluviales se encuentran en el Valle de San Luis Potosí entre los que predominan los fragmentos ígneos (aunque en su parte noroeste deben ser considerables los fragmentos de lutitas, areniscas, caliza y pedernal), desarrollo significativo de Aluviones también se presenta en el Valle de Villa Hidalgo en el que existe aporte de material calcáreo e ígneo. En el Valle de Villa de Arriaga está formado por fragmentos ígneos y en el Valle del Río La Parada, la situación es semejante a la del Valle de Villa Hidalgo.

Desarrollos aluviales menores se presentan en depresiones pequeñas entre las sierras.

CORRELACION ESTRATIGRAFICA

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO EUROPEO	ESTUDIO DE LA HOJA VILLAGALDO	ESTUDIO DE LA HOJA VILLA ARISTA	CUENCA MZO CA DEL CENTRO DE MEXICO	ESTUDIO DE LA HOJA EN LUS POTOS	ESTUDIO DE LA HOJA DE EATE	ESTUDIO DE LA HOJA AHUALULCO	
				FORMACION	FORMACION	FORMACION	FORMACION	FORMACION		
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE		ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	
		PLEISTOCENO		CONGLOMERADO	CONGLOMERADO		CONGLOMERADO	CONGLOMERADO	CONGLOMERADO	
				BASALTO			BASALTO			
	TERCIARIO	PLIOCENO								
		MIOCENO								Trid. Granítico Riolito panolito Anmolito Ahualulco
		OLIGOCENO			RIOLITAS Y TOBAS RIOLITICAS	RIOLITAS	AHUCHILLA	TOBAS RIOLITICAS RIOLITAS Y LATITAS	Tobas Rioliticas Riolitas y Latitas	Tobas Rioliticas RIOLITAS Y LATITAS
		EOCENO						ANDESITA		DACITA JACAVAQUERO
		PALEOCENO								TOBAS Y CLASTICOS CONTINENTALES ANDESITAS
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO							
			GOLFIANO	SENONIANO						
				Campaniano						
				SANTONIANO	CARDENAS	CARDENAS	CARACOL	CARDENAS		CARACOL
				COMACIANO						
	TURONIANO	Indidura Soyatal	SOYATAL	Soyatal Indidura	Indidura Soyatal		INDIDURA			
	INFERIOR	Comanchiano	CENOMANIANO							
			SUPERIOR	CUESTA DEL CURA	DOCTOR	CUESTA DEL CURA	CUESTA DEL CURA		CUESTA DEL CURA	
			MEDIO		CUESTA DEL CURA					
		INFERIOR								
APTIANO		PENA	PENA	TAMULIPAS INFERIOR	PENA		PENA			
Cochitiano	Barremiano									
	Hauteriviano									
Mecomaniano	Valanginiano									
	Berriasiense									

1 - CARRILLO BRAVO (1971) NO AFLORA

2 - ARANDA Y LABARTHE (1977)

3 - ZARATE MUÑOZ (1977) NO DEPOSITO

4 - LABARTHE Y TRISTAN (1978)

5 - LABARTHE Y TRISTAN (1979)

6 - LABARTHE Y TRISTAN (1981)

TABLA No (1)

EDAD DE LAS ROCAS VOLCANICAS TERCIARIAS.

Por correlación estratigráfica, se les asigna una edad Paleoceno - Eoceno para las rocas andesíticas y Oligo-Mioceno para las rocas félsicas, ya que descansan discordantemente sobre los sedimentos cretácicos marinos y sobre sedimentos cretácicos continentales del Paleoceno - Eoceno, según determinación palinológica hecha por la Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas de la S.A.R.H. Están cubiertas por un basalto cuaternario y un conglomerado pleistocénico (Aranda-Labarthe, Hoja Villa Hidalgo - 1977).

Además Labarthe - Tristán, los han correlacionado con las descritas por Lyons (1975), para los grupos Registro y - Carpintero, en las cercanías de la Ciudad de Durango y a los cuales se les hizo determinación absoluta de edad (Mc. Dowell, Keiser 1977), desde los 32-23 millones de años, lo que las coloca en el Oligoceno. Dataciones llevadas a cabo por la Comisión Federal de Electricidad, en estas rocas determinaron 23 millones de años; - por lo que se pueden correlacionar con el super grupo volcánico - superior definido por Mc. Dowell y Kaiser (1977), para la Sierra-Madre Occidental.

E S T R U C T U R A L.

En el área de estudio los ejes de los anticlinales que se formaron por el plegamiento de los sedimentos marinos del cretácico, mantienen invariablemente una dirección noroeste-sureste. Esta orientación es perpendicular a la dirección de los esfuerzos compresionales que ocasionaron la formación de las estructuras, además de la gran cantidad de pliegues menores de tipo chevron que se manifiesta en todos los anticlinales. Estos esfuerzos de compresión también ocasionaron la formación de fallas y fracturas en dirección paralela a las estructuras, ocasionando así el sistema estructural primario, este sistema controló la emisión de material ígneo dentro del área de estudio y sirvió, posteriormente como patrón para el colapso del bloque que formó el Valle de San Luis Potosí. La Sierra de San Miguelito, representa un gran paquete de material ígneo, que ha sido fraccionado en bloques alargados y por efecto del asentamiento, presentan un escalonamiento hacia el Valle, la Sierra la Melada, está constituida por Cerros alargados orientados en la misma dirección, por lo que sugieren que toda la serie de fracturas NW-SE que en ella se presenta, pertenecen al mismo sistema y funcionaron de igual forma que lo ya anotado anteriormente.

El otro sistema estructural que se presenta en el área, cruza el sistema primario en forma perpendicular, es decir, su dirección es NE-SW; su origen debe relacionarse con los movimientos tectónicos que originaron la gran estructura de Rift, de Villa de Reyes. Los rasgos estructurales más notables de este sistema en el área, lo constituyen las grandes fracturas que controlan en el curso de los ríos Santiago y la Parada, además de la falla traslacional que se presenta en las inmediaciones de Estación Ventura.

Por esto, el Valle de San Luis Potosí puede definirse como un sistema de Graben que ha tenido un origen volcánico-tectónico y que forma parte de la gran estructura de Rift, de Villa de Reyes. En su parte Este, está flanqueado por

rocas sedimentarias marinas, plegadas y recostadas hacia el NE y que constituyen los anticlinorios Sierra de Alvarez, San Pedro y El Coro. En su parte Oeste la Sierra San Miguelito delimita la estructura y representa una serie de bloques escalonados, son asentamiento hacia el Valle.

T E C T O N I C A R E G I O N A L .

La parte oriental del área de estudio, se encuentra situada muy cerca del límite de 2 grandes unidades paleogeográficas que controlaron la sedimentación durante el mesozoico, aunque de hecho, el área se encuentra dentro de la --cuenca mesozoica del Centro de México.

Las 2 unidades paleogeográficas citadas, fueron plegadas durante la orogenia Laramide, a fines del cretácico y principios del terciario, siendo la mayor parte de las estructuras así formadas dentro de la zona, de tipo asimétrico y recostadas hacia el noreste. Los ejes estructurales de los sinclinorios Sierra de Alvarez, San Pedro y El Coro, y gran cantidadad de pliegues secundarios del tipo chevron presentan una ---orientación noroeste-sureste.

Durante el terciario, después de que cesaron los esfuerzos compresionales y de la intrusión del cuerpo monzonítico que mineralizó el Cerro de San Pedro, empezaron a ac--tuar esfuerzos tensionales y se crearon los lineamientos que permitieron la salida de grandes cantidades de lava de composiición félsica y posteriormente controlaron la formación de las megaestructuras que delimitan los Valles regionales de la zona.

Los rasgos tectónicos más importantes lo constituyen un sistema de Graben de enormes proporciones que van desde el Norte del Estado de Guanajuato hasta las inmediaciones de la Ciudad de San Luis Potosí, este es conocido como Graben de Villa de Reyes. Desde su parte meridional (Sur), hasta el poblado de Villa Zaragoza, mantiene este sistema una orien-

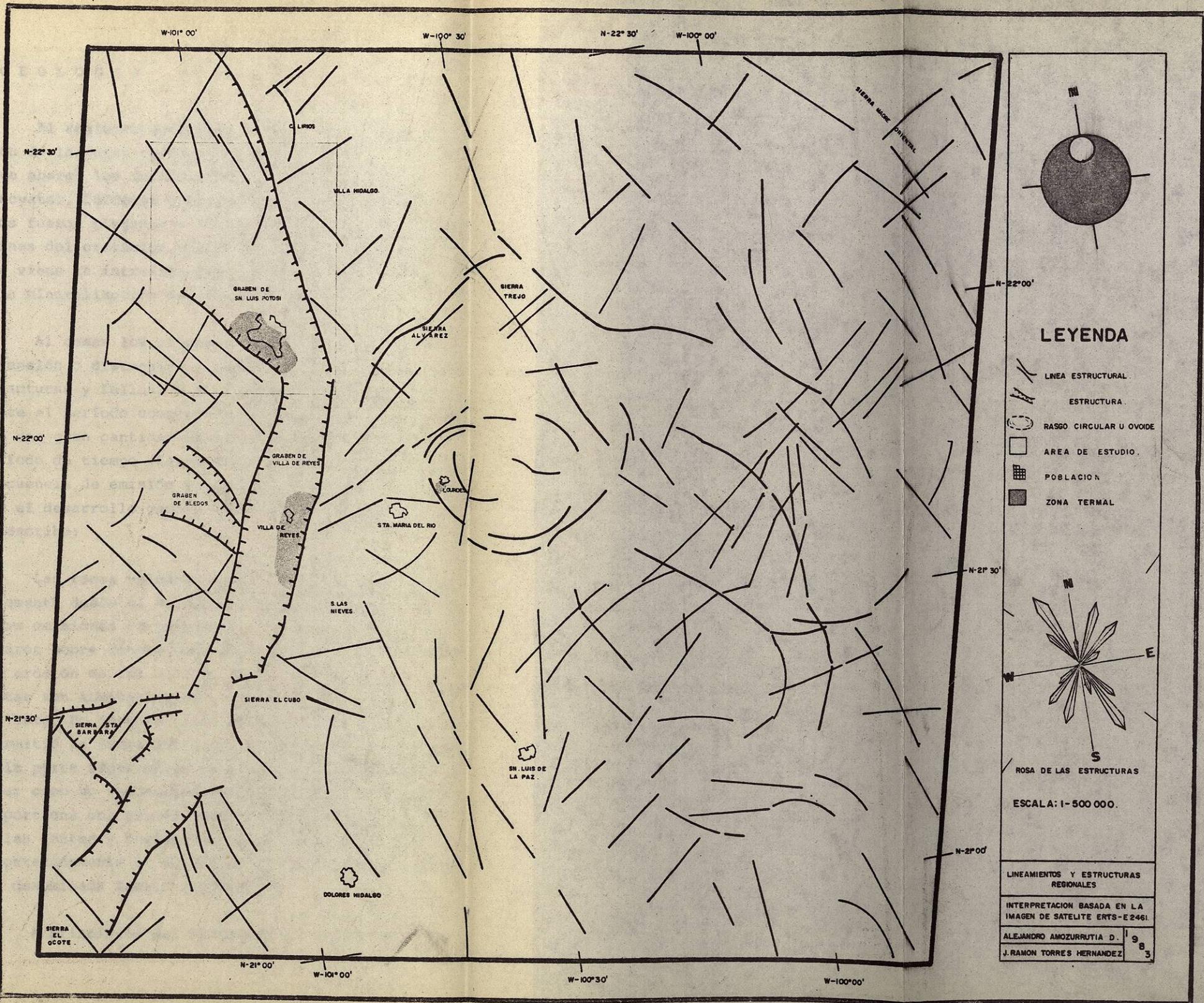
tación NE-SW en forma muy regular. Pero a partir de este punto, cambia bruscamente de dirección y se orienta hacia el noroeste, probablemente una continuación de este sistema tenga que ver con la depresión del Valle de San Luis Potosí y el Valle de Arista. En todo caso, la longitud que presenta el sistema, permite señalar que probablemente se trate de un Rift continental (Plano No.4).

Este término se ha usado recientemente para designar a estructuras de Graben, de cientos de kilómetros de longitud y pocos kilómetros de ancho. La razón para asignarles este nombre, está en la explicación que se da a la formación de los grabens, pues estos se generan en zonas sometidas a esfuerzos de tensión y pueden estar acompañados o precedidos por un combamiento. La presencia de estas estructuras colosales, que evidentemente no fueron provocados por esfuerzos locales, nos dice que existieron para su formación, esfuerzos de tal magnitud que desgarraron parcialmente la placa que los contiene, al tiempo que se generó un adelgazamiento de la misma. Estructuras de este tipo han sido reconocidas en varias partes del mundo, pero los casos más conocidos son los estudiados en los E.E.U.U. de Norteamérica y los de Africa Oriental. Estas estructuras son examinadas ampliamente por Kevin Burke (Intercontinental Rifts and Alaucogens), en 1978. Cabe señalar que en su estudio geológico sobre las áreas de San Francisquito y Santa María del Río, Los Ings. Labarthe y Tristán, señalan que las emisiones ígneas más antiguas aflorantes en el área, tuvieron un control estructural de tope en el centro del Valle de Villa de Reyes, ellos asociaron este fenómeno a un posible combamiento en esa parte. La ubicación del sistema mencionado, respecto al Eje Neovolcánico Mexicano, nos muestra que en su parte Sur esta Megaestructura se intercepta con la provincia magmática del cenozoico, caracterizada por grandes emisiones de escoria y coladas basálticas o andesítico-basálticas de edad pliocuaternaria.

Las rocas afectadas durante la formación del-

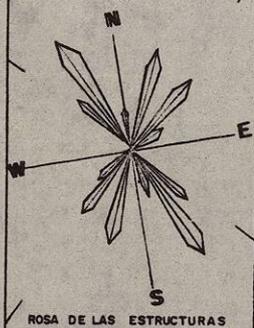
supuesto sistema de Rifts, son en general de composición félsica y deben asociarse tanto por su edad, (Oligo-Mioceno) como por su carácter químico y petrológico a la actividad magmática de la Sierra Madre Occidental. Se trata por lo tanto de un sistema de vulcanismo antiguo, afectado por eventos tectónicos posiblemente pliocénicos. Es importante señalar que a las grandes estructuras de Graben, de la parte Occidental del Eje Neovolcánico se le ha asignado una edad pliocénica, por lo que -- probablemente la formación del sistema Villa de Reyes, San - - Luis Potosí (Villa de Arista ?) sea contemporánea al tectonismo que afectó al Eje Neovolcánico.

El otro rasgo tectónico importante a señalar, es un rasgo circular u ovoide que se presenta al Este del Valle de Villa de Reyes y en cuyo borde Oeste se ubican los poblados de Santa María del Río y el de Lourdes, precisamente este rasgo determinó el cambio de dirección de drenaje del Río Jofre, que naciendo en las inmediaciones de este poblado avanza hacia el NW. hasta el poblado de Lourdes, y ahí al unirse al Río Santa María cambia la dirección del flujo hacia el Sureste y toman el nombre de este último. Estos rasgos como elementos tectónicos se asocian al vulcanismo en etapa presurgencia y señalan que la presencia de esfuerzos verticales ascendentes, esto debe tomarse muy en cuenta para la interpretación de termalismo en la zona afectada por este fenómeno, pues quizás pudiera tener algo de ingerencia por la fuga de gases y -- flúidos calientes que necesariamente se asocian a fenómenos -- volcánicos.



LEYENDA

- LINEA ESTRUCTURAL
- ESTRUCTURA
- RASGO CIRCULAR U OVOIDE
- AREA DE ESTUDIO
- POBLACION
- ZONA TERMAL



ESCALA: 1-500 000.

LINEAMIENTOS Y ESTRUCTURAS
REGIONALES

INTERPRETACION BASADA EN LA
IMAGEN DE SATELITE ERTS-E2461

ALEJANDRO AMOZURRUTIA D. 1983
J. RAMON TORRES HERNANDEZ 3

G E O L O G I A H I S T O R I C A .

El registro geológico del área, parte desde la depositación de la serie carbonatada del Cretácico inferior y superior, que abarca las formaciones La Peña, Cuesta del Para, Indidura-Soyatal, Cárdenas y Caracol. Posteriormente dichos sedimentos fueron plegados y fallados durante la revolución Laramide de fines del cretácico y principios del terciario, -- posteriormente viene la intrusión del pórfido monzonítico, que dió origen a la mineralización del Cerro de San Pedro.

Al cesar los esfuerzos compresionales siguió una etapa de tensión o distensiva y asociada a esta se formaron grandes fracturas y fallas, o se reactivaron las que se formaron durante el período compresivo. Aprovechando estos conductos, surgió una gran cantidad de material ígneo durante un prolongado período de tiempo (terciario inferior y base del superior). La secuencia de emisión y depósito de las mismas y su implicación en el desarrollo geológico del área es como a continuación se describe:

Las rocas volcánicas aflorantes en el área, abarcan posiblemente desde el Paleoceno-Eoceno hasta el Mioceno, las primeras emisiones corresponden a coladas andesíticas que se depositaron sobre depresiones parcialmente ocupadas por el material de erosión de las sierras calcáreas recientemente levantadas, éstas son abundantes en la parte NW del área y muy aisladas en el Este. Un intenso flujo térmico se desarrolló en esta zona y permitió la formación o estacionamiento de cámaras magmáticas en la parte superior de la corteza. Estas se empiezan a manifestar como un vulcanismo explosivo félsico intermitente, que proporciona una gruesa secuencia tobácea entre las que se intercalan lentes y horizontes conglomeráticos (Toba -- Clavellina). Posteriormente el vulcanismo se continúa con una emisión fluida denominada Dacita Jacavaquero.

A principios del Oligoceno el vulcanismo se --

hace más abundante, porque los conductos que permiten la salida de las lavas se hacen más pronunciados y a través de las -- grandes fracturas de orientación NW-SE, surgen grandes cantidades de magma, depositando la denominada Latita Porfirítica. La cantidad tan enorme de lavas debió significar al final de la salida de estas un asentamiento o asentamientos regionales. -- (primera etapa de la formación del Valle de San Luis Potosí).

Después de esta unidad surgen en forma más -- aislada pequeños derrames riolíticos, cubriendo áreas reducidas del gran paquete de Latita. Dentro de éstas se encuentra -- la denominada Riolita Quelital.

Una reactivación de los grandes conductos originales (fracturas y fallas) permitió en la parte suroeste del Valle, la emisión fluída con fuentes alineadas en dirección -- NE-SW' Esta se denomina Riolita San Miguelito y conforma principalmente la Sierra del mismo nombre. Después de la emisión -- de la Riolita San Miguelito, quedan sellados los conductos y -- la o las cámaras quedan agotadas temporalmente. Estas reciben -- gradualmente una nueva alimentación, tanto de material magmático como de gases y vapores. La acumulación de éstos genera un empuje ascendente, abriendo los conductos taponados y permite la emisión explosiva de gran cantidad de material magmático, -- depositando un gran paquete ignimbrítico y tobas, de estas se han podido diferenciar seis unidades principales.

Las dos últimas unidades (Ignimbritas, Panalillo y Ahualulco), debieron ocurrir durante el Mioceno por lo -- menos, pues cuando estas se depositaron ya había gran acumulación de clásticos sobre las unidades anteriores, la más extendida en el área es la Ignimbrita Panalillo, pues cubre una extensión considerable en toda el área y además ha sido reconocida en perforaciones en el Valle. Subyaciendo a material fluvial de relleno de edad cuaternaria. Después de esto, ocurrió la intrusión de algunos cuerpos graníticos pequeños que alteraron a las rocas cretácicas carbonatadas y escasamente a las ro

cas volcánicas (Ignimbrita Ahuululco). El vulcanismo ácido termina y empieza a manifestarse en forma incipiente, un vulcanismo básico. Esto sucede en forma puntual en un área muy reducida, donde es difícil asociar estas emisiones a la misma cámara que proporcionó el material antes descrito, este material básico generalmente proviene de grandes profundidades. Durante --- principios del Pleistoceno los agentes de erosión depositaron grandes cantidades de material clástico que ha quedado parcialmente consolidado y que aquí se describe como conglomerado, se parándolo de material más joven completamente suelto. Estos -- conglomerados son localmente cubiertos por basaltos cuaternarios, en la parte NE del área emitidos por los volcanes de explosión, denominados Hoya Honda y Joyuela

Durante el cuaternario se han venido formando suelos residuales, depósitos de talud y rellenos aluviales.

G E O H I D R O L O G I A .

El Valle de San Luis Potosí, definido como un sistema de graben, alberga 2 tipos de acuíferos cuyo funcionamiento esta determinado por la estructura. Existe un acuífero confinado, entrampado en aluviones terciarios que se depositaron sobre la la ita pofirítica y que fueron cubiertas por el material riolítico de la actividad volcánica terciaria; la recarga principal del sistema se realiza a través de los márgenes de esta estructura, a través de los conos de colada que existen en la zona.

El acuífero libre que se encuentra en el aluvial cuaternario que ha cubierto el valle, a partir de que terminó la actividad ígnea y que se colapsó la parte central. Los grandes abanicos aluviales de material grueso que se depositaron en las márgenes de Graben, constituyen la principal zona de recarga, pues gran parte del drenaje que baja de las Sierras, se pierde en esta área, por lo que son señaladas como zonas de gran infiltración. La base de éste acuífero lo constituyen la denominada riolita Panalillo y las formaciones del Cretácico superior en las zonas que no fueron cubiertas por este material riolítico. Los niveles piezométricos en la parte Oeste señalan una tendencia de flujo hacia la zona que ocupa la Ciudad de San Luis Potosí, aunque no se manifiesta un gradiente tan pronunciado como el del Valle de San Luis Potosí en campo. En el campo de San Luis Potosí al este del valle, por el este, por las intersecciones de obra de San Ana los niveles estáticos son bajos y someros (alrededor de 40 m.), y progresivamente se van profundizando hacia los poblados de Enrique Estrada y Cándido Navarro. Esto indica que pertenece a un acuífero diferente que el que se detecta en la parte Sur y Oeste del Valle y que el flujo subterráneo en él, es diferente tanto también en el tipo de química de las aguas que en él se presentan como en el tipo de mineralización que se presenta en el campo de San Luis Potosí.

da, (esta situación es mencionada por los Ings. Martínez Ruiz, V.J. y Cuéllar González A.) Esta estructura delimita a 2 fosas tectónicas separadas.

T E R M A L I D A D .

En la parte Suroeste del Valle existe una zona en la que se ha detectado igual termal a relativa baja profundidad (250 m. a 350 m.) en la cual el nivel estático promedio es de 95 m. (1755 m. sobre el nivel del mar cota absoluta). Este es escasamente más elevado que el de pozos vecinos en el Este. Pero es de hacer notar, que pozos ubicados entre los de características termales, pero perforados a menor profundidad (140-160 m.), no presentan temperatura anormal, además también es conveniente señalar que el N.E de éstos es aproximadamente 10 m. menor que el de los pozos termales. Esto índica que existe artesianismo y sugiere que las aguas por ellas captadas pertenecen a otro acuífero.

En su trabajo sobre aguas termales en el Valle de San Luis Potosí, el Ing. Medina R.F. expone que muy posiblemente estas aguas termales penetren por el lado Sur del Valle de San Luis Potosí, en una corriente de gran caudal, pegada a la falla que limita al Valle en su parte Este. Avanzando hacia la zona que ocupa la Ciudad y cuyo origen sería la zona termal del Valle de Villa de Reyes. En el presente trabajo los autores presentamos una opinión diferente a la mencionada. Esta se base en consideraciones Geohidrológicas principalmente, así como en la composición química de las aguas de ambos Valles. Para explicar la termalidad en este lugar, se debe tomar en cuenta que la zona anómala, está ubicada en el cruce de las 2 fallas regionales que señalan el límite Este de los Valles de San Luis Potosí y el de Villa de Reyes. Este hecho puede explicar fácilmente la anomalía termal que aquí se presenta, sin tener que recurrir a un sistema de alimentación de agua caliente desde la parte Sur del Valle. Una migración regional de las aguas del Valle de Villa de Reyes hacia el de San Luis Potosí,

es sugerida por la estructura de ambas, pero no tiene el apoyo firme en la química de las aguas, pues mientras que las de la zona de Lequeito y Guadalupe son del tipo Bicarbonatadas Sódicas, típicamente geotérmicas; en el Valle de San Luis Potosí, esto no se presenta más que en forma aislada al Oeste de Villa Zaragoza, fuera de la zona señalada como termal. Algo debe pasar en la parte Sur del parteaguas que limita ambos Valles para desviar el flujo subterráneo. Concretamente la zona que ocupan los poblados de Pardo, Enrramadas y Ojo Caliente, presentan condiciones estructurales muy interesantes. Las grandes -- fracturas que controlan el curso de los arroyos, las enrramadas y el carrizal hacen que estos orienten su curso hacia el -- poblado de Santa María del Río hasta formar el río del mismo -- nombre, este podría constituir el elemento perturbador que permitió la fuga de las aguas subterráneas en esa dirección.

CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LAS UNIDADES LITOLOGICAS.

CRETACICO INFERIOR.

Las rocas que pertenecen al cretácico inferior, incluyen las formaciones La Peña y Cuesta del Cura, de éstas se considera impermeable a la formación La Peña, por su alto contenido de Arcilla, según fue descrita anteriormente, la formación Cuesta del Cura se presenta con características de transición de unidades, de cuenca a unidad de plataforma, pues se correlaciona con la formación el Doctor en sus facies prearrecifal, esto se caracteriza por un aumento en su permeabilidad, asignándosele permeabilidad media, pues tradicionalmente se le considera de permeabilidad baja.

En el área, la permeabilidad se demuestra por la presencia de dolinas y microdolinas, sobre todo en la parte del Cerro de San Pedro. Se le considera una unidad acuífera, con recarga en las Sierras en que aflora, formando junto con la formación La Peña el núcleo de los anticlinales.

CRETACICO SUPERIOR.

Está representado por las formaciones Soyatal, Indidura, Cárdenas y Caracol; las cuales se constituyen como secuencia de caliza-lutita, lutita-limolita y de lutita-arenisca. Se consideran impermeables por su alto contenido arcilloso junto con la lutita porfirítica que las sobreyace parcialmente, forman el piso del Valle y sirve como frontera vertical al primer acuífero o acuífero profundo.

TERCIARIO.

Las rocas de edad terciaria, están representadas por una gruesa secuencia de rocas volcánicas félsicas, principalmente, aunque también se presentan en mucho menor volumen andesitas y basaltos. Estas rocas forman la Sierra de --

San Miguelito, cubren discordantemente en forma parcial a las rocas carbonatadas y clástico-carbonatadas que afloran en el lado oriente, noreste y noroeste del área de estudio formando además, la Sierra que separa los Valles de San Luis Potosí y al de Villa de Arista.

La permeabilidad de esta serie de rocas es de tipo secundario, a través del fracturamiento que presenta, como producto del tectonismo a la que fue sometida a fines del terciario. La recarga se realiza en tiempos de lluvias, por infiltración del agua en las fracturas mencionadas.

CUATERNARIO

(Pleistoceno - Reciente).

A esta edad corresponde los conglomerados formados por fragmentos arredondados a subarredondados de caliza y pedernal, así como de clastos riolíticos y/o basálticos en las zonas adyacentes a estas unidades volcánicas. La matriz es arcillosa y el cementante calichoso, en especial es significativo del desarrollo del conglomerado como abanicos aluviales al pie de las Sierras y se constituyen como una importante zona de recarga para el acuífero somero.

A esta edad corresponden también las tobas, brechas y coladas de composición basáltica provenientes del vulcanismo básico en el área, las fuentes de este material son las denominadas Joya Honda y Joyuela, dos cráteres de explosión asociados en la misma etapa volcánica, que expulsaron gran cantidad de piroclastos, del tipo de cenizas y escoria del tamaño de Lapilli y fragmentos de caliza de tamaño de arenas o bloques. En general se presentan mal consolidadas, son escasas las coladas, su permeabilidad es buena y aunque no tiene interés como unidad Geohidrológica en sí, se puede considerar como una zona de recarga.

H I D R O G E O Q U I M I C A .

ANTECEDENTES.

Los primeros trabajos de este tipo realizados en el área, corresponden a Stretta J.P.E. del Arenal R. F., -- (1960). En estos trabajos se establece en forma general la relación que existe entre el zoneamiento de las aguas en el Valle y el tipo de rocas que drenan las corrientes tanto superficiales como subterráneas que a él llegan. En forma general se establecen 3 familias de aguas, estas son:

1.- Calco-Sódica Bicarbonatada.- Proveniente de la infiltración de las aguas en rocas andesíticas (Centro y Oeste de la Cuenca).

2.- Alcalino Tërreas.- Provenientes de terrenos calcáreos. (Este de la Cuenca).

3.- Aguas de Mezcla.- Como resultado de la -- combinación de las 2 familias anteriores. Del Arenal R. Stretta J.P.E. también hacen un análisis del comportamiento Hidrogeológico, de las unidades Litológicas aflorantes en las Sierras que delimitan el Valle y establecen la dirección de las -- corrientes subterráneas.

En 1960, en un trabajo de investigación sobre la Geoquímica y Radioactividad de las aguas de Lourdes, Municipio de Santa María del Río, San Luis Potosí, Stretta J.P.E., -- Martínez G.J. y del Arenal R. sugieren que el Río Santa María -- representa no solo un conducto para aguas superficiales, sino -- que también permiten el flujo subterráneo a través de las -- fracturas en las riolitas que aquí se presentan. Como base de -- estas observaciones, muestran los diagramas semilogarítmicos de -- aguas recolectadas en el Río Santa María. (Puente sobre la -- carretera No.57, México-San Luis Potosí Km. 375), Baños el -- Carmen, Ojo Caliente (Baños del Pueblo) y Ojito de Agua (Camino a -- Lourdes).

Medina R.F. y Villalobos C.I. detallaron algunos aspectos de los establecidos por los primeros autores y publicaron sus resultados en La Carta Geohidrológica provisional de la Cuenca en San Luis Potosí, S.L.P., México (1961).

En 1962 Medina R.F. publica la Carta Geohidrológica de Villa Hidalgo y Geohidrológica de la zona Mexquitic-Ahualulco, S.L.P., en estas publicaciones establece, (mediante el análisis químico de las aguas y las propiedades físicas de las mismas y la correlación de niveles estáticos en pozos y norias). La asociación de las familias de aguas captadas en estos valles, con el tipo de rocas que forman parteaguas. En forma general estas áreas son definidas como sistemas sencillos - con aguas aluviones y cuyas direcciones de flujo subterráneo - concuerda más o menos con el control topográfico superficial.

Las nuevas perforaciones en el Valle, enriquecieron la formación Geológica disponible, a la vez que proporcionaron nuevos puntos de análisis Geohidrológico y Geoquímico de los acuíferos, de esta manera, las primeras ideas planteadas en los trabajos procedentes fueron parcialmente confirmadas. Los puntos más importantes y por lo tanto los más examinados con las nuevas perforaciones, fueron:

- 1.- La separación de 2 acuíferos principales - con características físicas y químicas diferentes.
- 2.- El origen del termalismo de las aguas detectadas en la parte Oeste del Valle.

Al respecto del punto No.2 se ha venido sugiriendo que estas aguas provienen de la parte Sur, debido a que existe una conexión del acuífero profundo del Valle de San - - Luis Potosí con su correspondiente en el Valle de Villa de Reyes. La base para esta suposición está marcada por la composición química de las aguas, ésta indica un parecido notable para las zonas termales de Villa de Reyes y las de la parte Oeste del Valle de San Luis Potosí. Villalobos C.I. presenta una hipótesis de una posible relación entre las aguas termales de

la zona de Gogorrón, S.L.P. y Taboada, Gto., esta se basa en el enorme parecido de las aguas, tanto en su composición química como en sus propiedades físicas. Esto, agregado a la conexión ya propuesta entre los Valles de San Luis Potosí y Villa de Reyes, estableció un criterio de exploración Geohidrológica en ambos Valles dominado por estos conceptos.

En 1972 en su trabajo "Acerca del Drenaje Subterráneo al NE de la Cuenca de San Luis Potosí", Medina Rivero F., publica los resultados de los pozos, barbechos y tinajas.- En estos pozos se cortó una unidad riolítica que actúa como barrera superior de un acuífero confinado, para el caso de barbechos es claro el artesianismo, pues el nivel estático se estableció en 15.35 m., el agua es fría (20°C). El Pozo Tinajas -- cortó riolitas de los 90-150 m. de profundidad y su nivel estático se estableció a los 152 m. (este pozo no fue terminado), - su agua presenta ligera termalidad (29°C) y por esta razón señala que probablemente pertenezca al mismo acuífero detectado en la zona que ocupa la Ciudad de San Luis Potosí. En base al análisis químico, el nivel estático y características físicas de los Pozos Cándido Navarro (Soledad D. Gutiérrez), Noria de Gámez (Villa Hidalgo), Noria San Cayetano Córcozada (Villa Hidalgo, Pozo La Tinaja (Soledad D. Gutiérrez) y Noria Barbecho de Guadalupe, señala que en esta parte de la Cuenca el drenaje es freático y profundo, drenan de Sur a Norte y Noroeste y que las aguas de Tinaja y Barbecho pertenecen a un mismo acuífero, la diferencia en temperatura entre ambos puntos (9°C), es asignada a una diferencia de circulación subterránea de 300 m. y - señala que la baja salinidad del Pozo Tinaja indica un origen lejano y profundo. Estas aguas reciben un aporte de aguas que se infiltran en la parte Este, quitándole temperatura y alterando su composición química. Finalmente, propone una conexión entre los acuíferos de Villa Hidalgo y la parte Noroeste del Valle de San Luis Potosí, dado el parecido químico de las -- aguas de esta parte con las de Noria de Gámez.

En 1976, Publica "Aguas Subterráneas Termales

Bajo la Cuenca de San Luis Potosí, S.L.P.", en este trabajo, - basándose en la configuración de Curvas Isotermas, y el análisis de las aguas subterráneas define una corriente de agua termal paralela a la Sierra de San Miguelito que alcanza una temperatura de 37.5°C. Esta corriente según Medina, proviene del Valle de Villa de Reyes y que al entrar a la Cuenca al Sureste de la Ciudad de San Luis Potosí se bifurca hacia sus márgenes-Este y Oeste. Al mismo tiempo, señala que, paralelamente a la Sierra de San Miguelito, la zona con mayores volúmenes de agua está señalada por la Isoterma 30.0 - 37.5°C. Las gráficas semilogarítmicas de las aguas presentan un paralelismo casi perfecto, por lo que se les asigna un origen común. En el mismo trabajo presenta un análisis Geohidrológico de las Cuencas de San Luis Potosí y Villa de Reyes. Para la primera señalan como elemento Geohidrológico principal a las márgenes de la Cuenca, -- por ser el sitio de depósitos conglomeráticos que permiten una buena infiltración.

En 1978, publica el estudio Geohidrológico de la región norte y noroeste de la Cuenca de San Luis Potosí, este se basa en los resultados obtenidos mediante la perforación de los pozos Ombligo y Cándido Navarro, en los cuales se encontró el nivel hidrostático por debajo de una capa arcillosa de 47 m. de espesor; en esta parte el agua se encuentra en un conglomerado constituido por gravas gruesas. El Pozo el Ombligo - se encontró en este conglomerado a los 102 m. y su nivel estático se elevó hasta 75 m. También se señala que esta capa de - arcilla es lenticular y se presenta con una orientación SW-NE, entre Cándido Navarro y Pozo de Luna con dirección a Tinajas, - para el resto del área, el agua se almacena en aluviones, ha--cia la región NE de la Cuenca. Señala que en la parte norte no se detecta esta capa de arcilla. Y que la dirección de las corrientes subterráneas son: Para el acuífero Somero de SW a NE- y para el profundo de S a NE y la temperatura de las aguas decrece en estas direcciones de 29° a 25°C. La conexión entre -- los acuíferos del Valle de Villa Arista y el de San Luis Potosí es examinada también en este trabajo y se pone de manifiesto

la diferencia en cuanto a la composición química de las aguas, por lo que se niega una posible conexión.

En su trabajo una solución al problema del -- agua en San Luis Potosí, S.L.P., Medina R.F. indica que el - - agua termal del Valle de San Luis Potosí proviene del Valle de Villa de Reyes, en una corriente que es parcialmente enfriada por aguas freáticas laterales, provenientes del Oriente y Poniente, (márgenes de la Cuenca) y como resultante se tiene una corriente hacia el Noroeste, las características de esta corriente termal son: El rango de temperatura es de 27°-41°C. y el promedio es de 33°C. (La temperatura ambiente es de 16°C. - en promedio), el gradiente para la Zona Sur es de 0.06%, el NE varía de 65-110 m. siendo el más común a los 90 m. y los gastos promedio es de 30 L/seg. en apoyo de esta teoría muestra las gráficas de muestras de agua de pozos ubicados en la margen occidental y sur del Valle de San Luis Potosí (inmediaciones de la Ciudad), y las de Villa de Reyes en las Zonas el Jardín y Baños del Carmen. En estas gráficas se observa el paralelismo por lo que se toma como evidencia de parentesco.

DESCRIPCION DEL METODO.

Para la clasificación de las aguas, se usaron los diagramas de Palmer Piper, y el semilogarítmico elaborado por la ICA-UNESCO. El procedimiento es el que a continuación se describe:

Primero se analizaron los resultados de laboratorio para saber si los cálculos proporcionados eran correctos, la prueba consiste en sumar por separado aniones y cationes, y determinar su diferencia. Este número se compara con la suma que haya sido mayor (la de cationes y aniones) y que se toma como el 100% si la diferencia entre cationes y aniones es menor del 6% el análisis se toma como correcto. Ejemplo:

Suma de Cationes	6.80		
Suma de Aniones.	6.75	El 6% de 6.80	es 0.40
	<hr/>		
	0.05		

0.40 > 0.05 Por lo tanto el análisis es correcto.

El porcentaje de cada elemento se calcula dividiendo los miliequivalentes por litro del elemento, entre la suma total de miliequivalentes de aniones y cationes, multiplicando el resultado por cien.

Los miligramos por litro de cada uno de los elementos, se obtuvo de multiplicar los miliequivalentes por litro, determinados en el laboratorio, por el número atómico (o molecular en el caso del HCO_3 , CO_3 , SO_4 y NH_3) de los elementos. La suma de estos resultados representa la cantidad de sólidos totales disueltos en la muestra (STD).

Si el total de miliequivalentes (Meg) en la muestra representa el 100%, el 50% corresponderá a los cationes, y la otra mitad de los aniones, considerando una neutrali

dad en la muestra. Graficando en el diagrama de Palmer Piper, los cationes y aniones en su correspondiente triángulo, se tiene la base para la clasificación de las aguas, haciendo las -- consideraciones siguientes:

En la Figura No. 1, cada vértice del triángulo inferior izquierdo, representará el 100% de cada uno de los cationes (Ca, Mg y Na + K) y su predominancia se tomará del -- 60% en adelante. Dividiendo tal como se muestra en la figura, -- se obtienen 4 divisiones más. El triángulo central corresponde rá a una agua de mezcla en la que no hay predominancia muy pro -- nunciada para ninguno de los elementos, las otras 3 áreas tra -- pezoidales restantes, corresponderán a aguas con bajo conteni -- do en un elemento y predominancia relativa de los otros 2 (el -- Na y el K se toman juntos). Para graficar los aniones, se pro -- ce de la misma manera y se obtienen también 7 zonas de clasi -- ficación, la cual nos da 49 posibles clasificaciones o fami -- lias de aguas. Ejemplo: Familia sódico clorurada, cálcico bi -- carbonatada, calco sódico magnésico bicarbonatada, etc. Para -- su nomenclatura se toma el orden que tienen por su predomina -- cia.

En el rombo de la parte superior se proyectan los puntos que se ubicaron en cada uno de los triángulos, obte -- niéndose así por su posición los porcentajes: de Ca + Mg y $SO_4 + Cl$ de combinación.

Una vez clasificadas las aguas por familias, -- se procedió a graficar las mismas en los diagramas semilogarít -- micos que se anexan, para obtener su imagen gráfica, y anali -- zar la posible conexión o separación de acuíferos, en o entre -- los valles (Figura No. 2).

Mediante los resultados obtenidos se procedió a elaborar un mapa Hidrogeoquímico que muestra la ubicación y -- su clasificación química, en el marco geológico del área. Para saber si un agua es agresiva o incrustante, es decir, si di --

DIAGRAMA TRIANGULAR PARA REPRESENTACION
GRAFICA DE ANALISIS DE AGUA

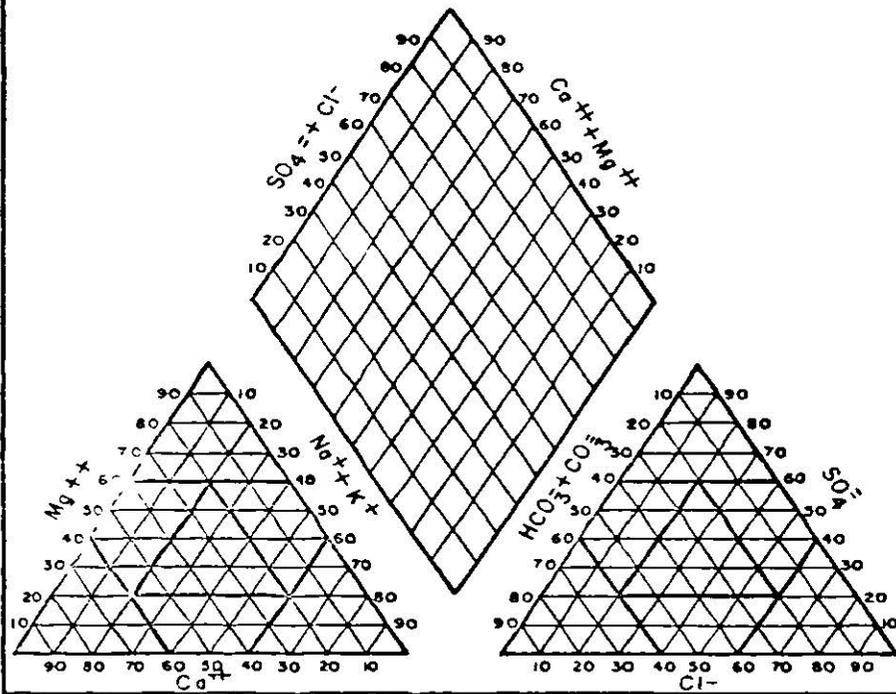


DIAGRAMA DE PALMER-PIPER

FIGURA No (1)

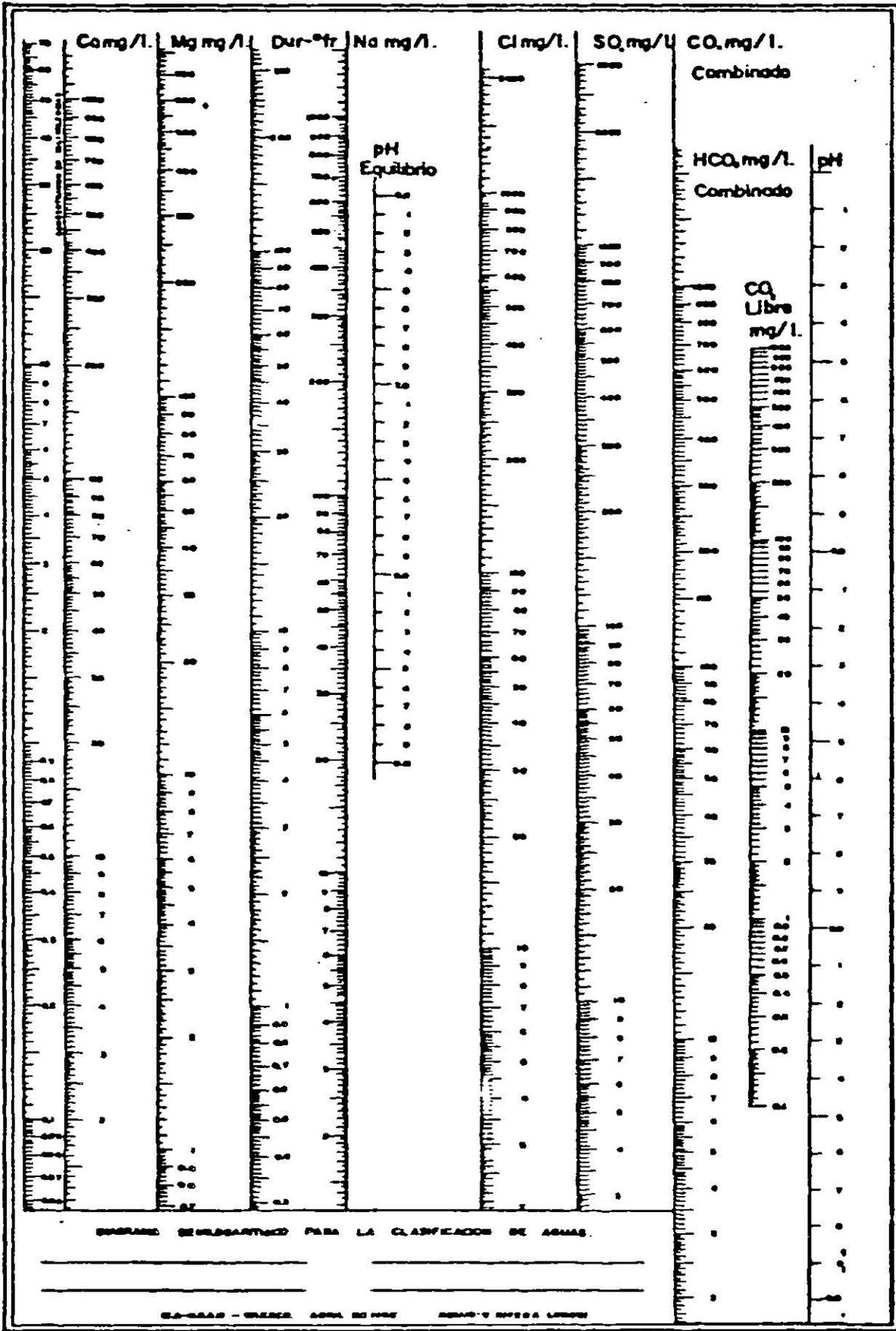


FIGURA No (2)

suelve o deposita CaCO_3 , en el diagrama semilogarítmico se traza una línea que una los valores de Ca contra los de HCO_3 para cada una de las muestras, y se anota el valor en que corta esta línea la columna correspondiente al PH. Si este valor es -- más grande que el reportado por el laboratorio, el agua es -- agresiva, si esto fuera al contrario, se considera incrustante.

La calidad química del agua se obtuvo al graficar en el diagrama semilogarítmico correspondiente (Figura - No. 3) los valores de la CE contra los valores del RAS (Relación de absorción de sodio), y en los cuales se tienen 16 clasificaciones posibles. El significado de cada una de las clasificaciones es la que más adelante se menciona.

Para saber si es dulce, tolerable o salada se examinó el contenido de STD en miligramos por litro y se clasificó conforme a los siguientes parámetros:

De 0 a 525; dulce.

De 525 a 1,400 tolerable y

De 1,400 en adelante se considera salada.

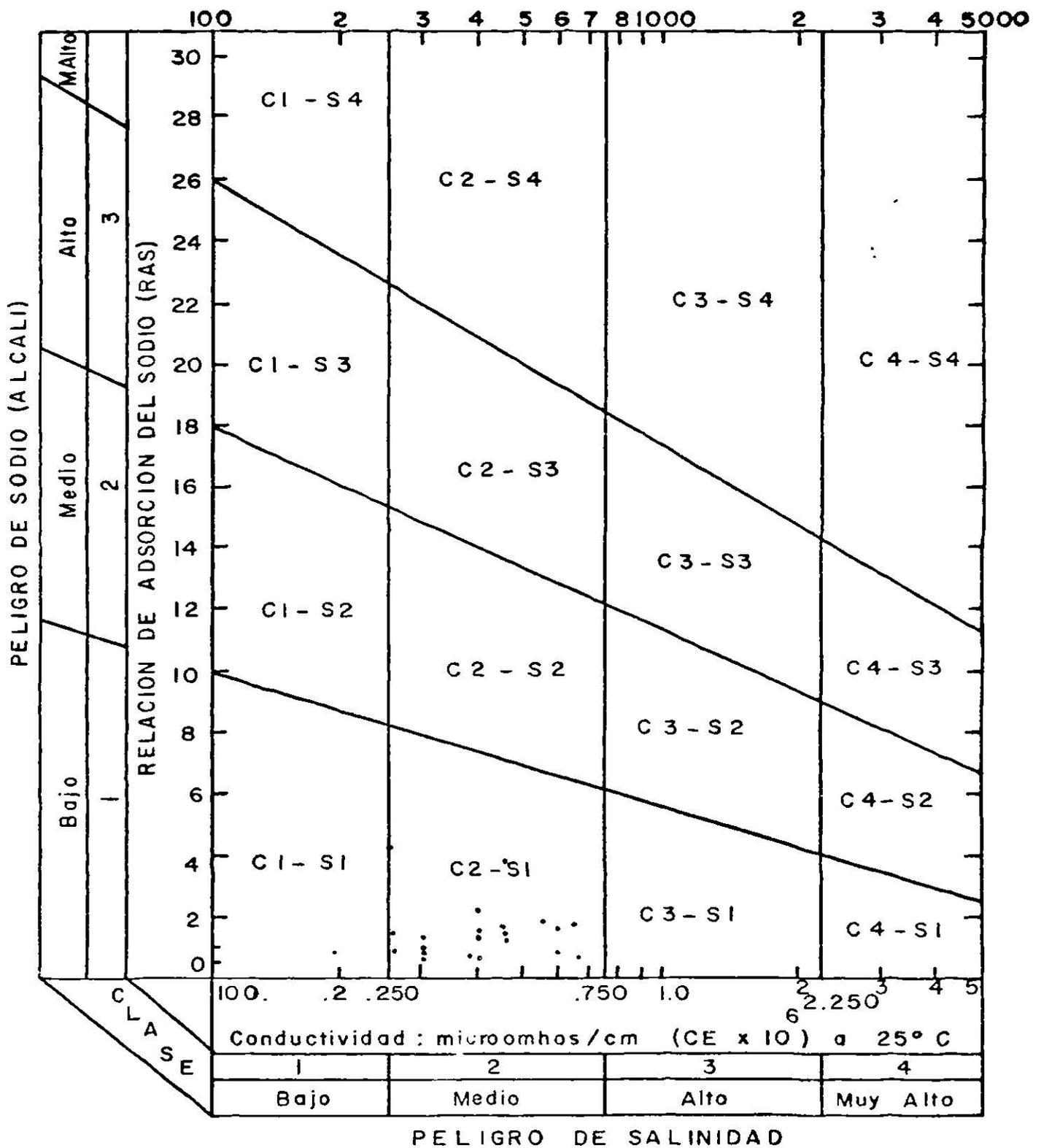


FIGURA No (3)

PARAMETROS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA -
PARA RIEGO.

CONDUCTIVIDAD.

AGUA DE BAJA SALINIDAD*(C1): Puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad, se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

AGUA DE SALINIDAD MEDIA (C2): Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden desarrollar las plantas moderadamente tolerantes a las sales.

AGUA ALTAMENTE SALINA (C3): No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente, aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales.

AGUA MUY ALTAMENTE SALINA (C4): No es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso de agua para un buen lavado, en este caso, se deben seleccionar cultivos tolerantes a sales.

La conductividad eléctrica de las aguas esta en función directa de su contenido salino, y por lo tanto, la salinidad de las mismas puede estimarse en base a esta, los parámetros de clasificación están expresados en la escala horizontal de la figura No. 3.

S O D I O.

La clasificación de las aguas de riego con respecto al-RAS, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio-intercambiable sobre la condición física del suelo. No obstante las plantas sensibles a este elemento pueden sufrir daños a consecuencia de la acumulación del sodio en sus tejidos cuando los valores del sodio intercambiable son más bajos que los necesarios para deteriorar la condición física de suelo.

AGUA BAJA EN SODIO (S1): Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de Sodio.

AGUA MEDIA EN SODIO (S2): En suelos de textura fina el Sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, a menos que el suelo contenga yeso. Estas aguas sólo pueden usarse en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.

AGUA ALTA EN SODIO (S3): Puede producir niveles tóxicos de Sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que éstos necesitarán prácticas especiales de manejo, buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. Los suelos yesíferos pueden no desarrollar niveles perjudiciales de Sodio intercambiable cuando se riegan con este tipo de agua. Pueden requerirse el uso de mejoradores Químicos para substituir al Sodio intercambiable; sin embargo, tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas de muy alta salinidad.

AGUA MUY ALTA EN SODIO (S4): Es inadecuada para riego, -
excepto cuando su salinidad es baja o media y cuando la diso-
lución del Calcio del suelo y/o la aplicación de yeso u otros
mejoradores no hace antieconómicos el empleo de esta clase de
agua.

Ocasionalmente, el agua de riego puede disolver un buen-
porcentaje de Calcio en los suelos calcáreos, de tal manera -
que disminuye notablemente el peligro por Sodio, condición -
que deberá tenerse en cuenta en el caso de usar aguas de las -
clases C1-S3 y C1-S4. Tratándose de suelos calcáreos de PH -
alto o de suelos que no son calcáreos, el estado del Sodio de
las aguas C1-S3, C1-S4 y C2-S4 se pueden modificar ventajosa -
mente agregando yeso al agua. De igual manera, es conveniente
aplicar yeso al suelo periódicamente, cuando éste vaya a -
regarse con aguas C2-S3 y C3-S2.

H I D R O G E O Q U I M I C A .

La base de esta interpretación son los análisis químicos de las aguas recolectadas en pozos norias ubicadas en el Valle. Y los datos contenidos en la carta hidrológica de San Luis Potosí, editada por la DIGETENAL*. En las tablas contenidas al final del texto se presentan los resultados de los análisis y el lugar a que pertenecen. (Tablas 2 a la 10).

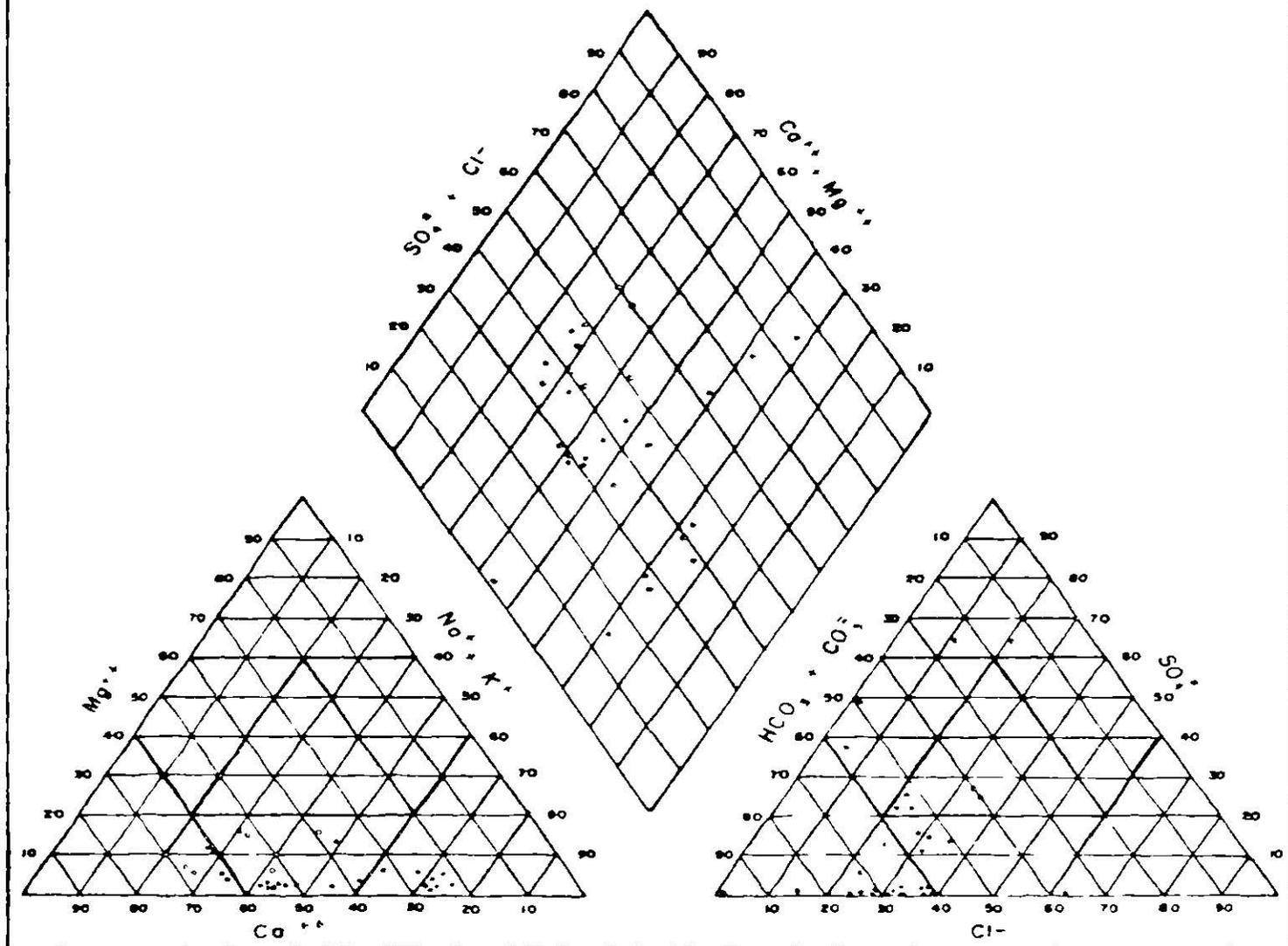
Como se observa, la figura No.4 y en el plano No.5 las familias de aguas que se recolectaron son principalmente de tres tipos: La Cálcica Bicarbonatada y Calco Sódica - Bicarbonatada que predominan en la parte Este del VALLE, y la familia Calco Sódica Bicarbonatada Sulfatada clorurada que predomina en la parte Centro y Oeste del mismo. Plano No.5. Esto sugiere una estrecha relación entre la composición química de las aguas y los terrenos drenados por las mismas, es decir, -- las aguas de la parte Este del Valle están fuertemente influenciadas por las calizas que se presentan en esta parte.

Por lo tanto, las aguas de la parte central, -- corresponden a la mezcla de las aguas infiltradas en el paquete volcánico que forma la Sierra de San Miguelito y las que -- provienen del Este. Esto parece a simple vista un planteamiento poco consistente, sin embargo, en la configuración de curvas de isovalores de cationes y aniones o de sólidos totales -- disueltos, se observa que los valores crecen hacia el centro y se presentan aquí las mayores concentraciones de cada uno de -- ellos. Figuras No. 5,6,7,8 y 9. La diferencia entre las aguas de la parte Este, Centro y Oeste se observa en la gráfica semi -- logarítmica siguiente. (figura NO. 10).

Una vez que se plantea la clasificación de -- las aguas contenidas en el Valle , la pregunta obligada es: -- ¿Cuál es la dirección de las corrientes subterráneas y cuál es su origen?, la respuesta a la primera de estas preguntas ya ha

* Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.

DIAGRAMA TRIANGULAR PARA REPRESENTACION
GRAFICA DE ANALISIS DE AGUA



VALLE SAN LUIS POTOSI

FIGURA No (4)

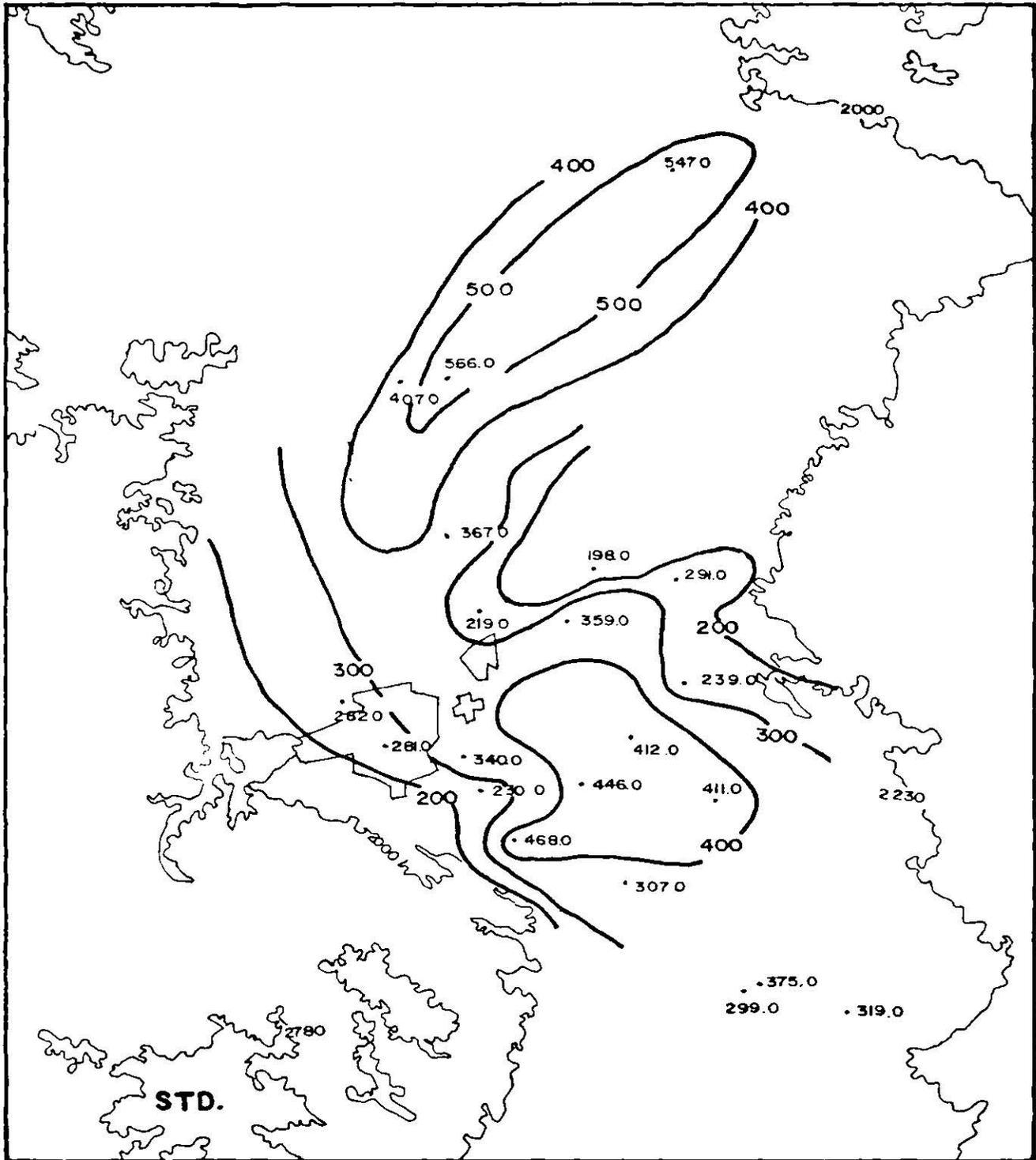


FIGURA No (5)

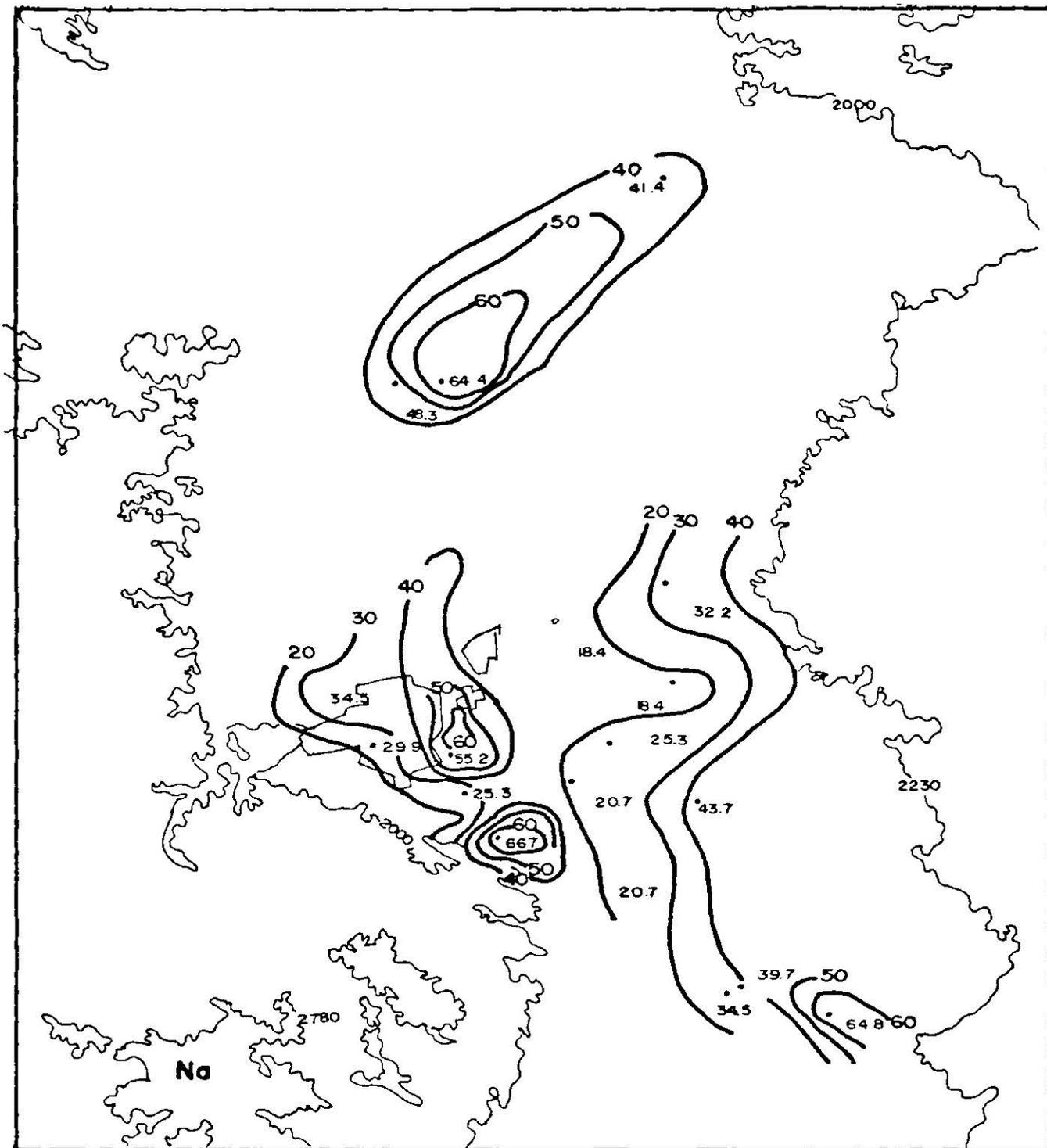


FIGURA No (6)

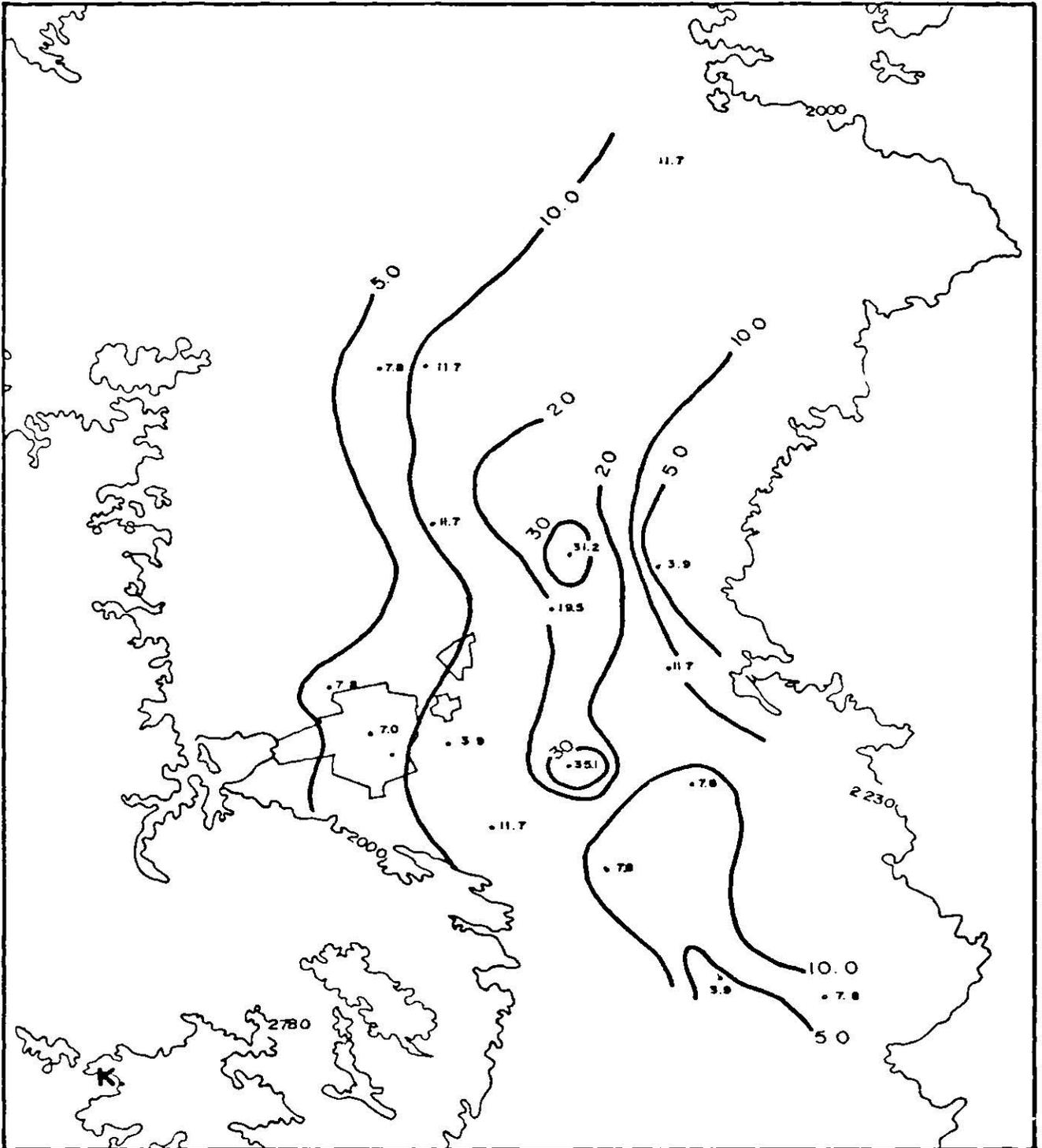


FIGURA No (7)

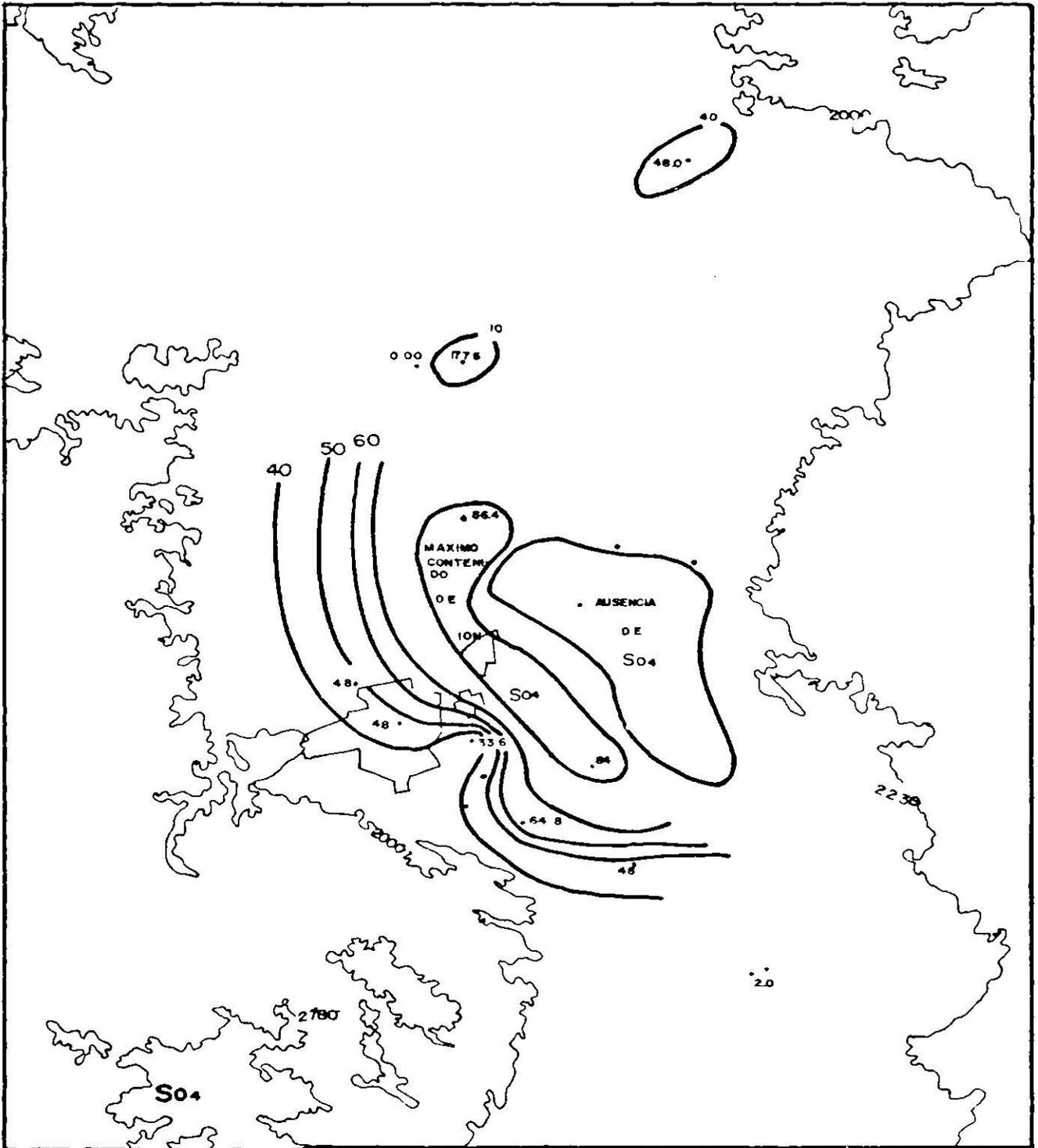


FIGURA No (8)

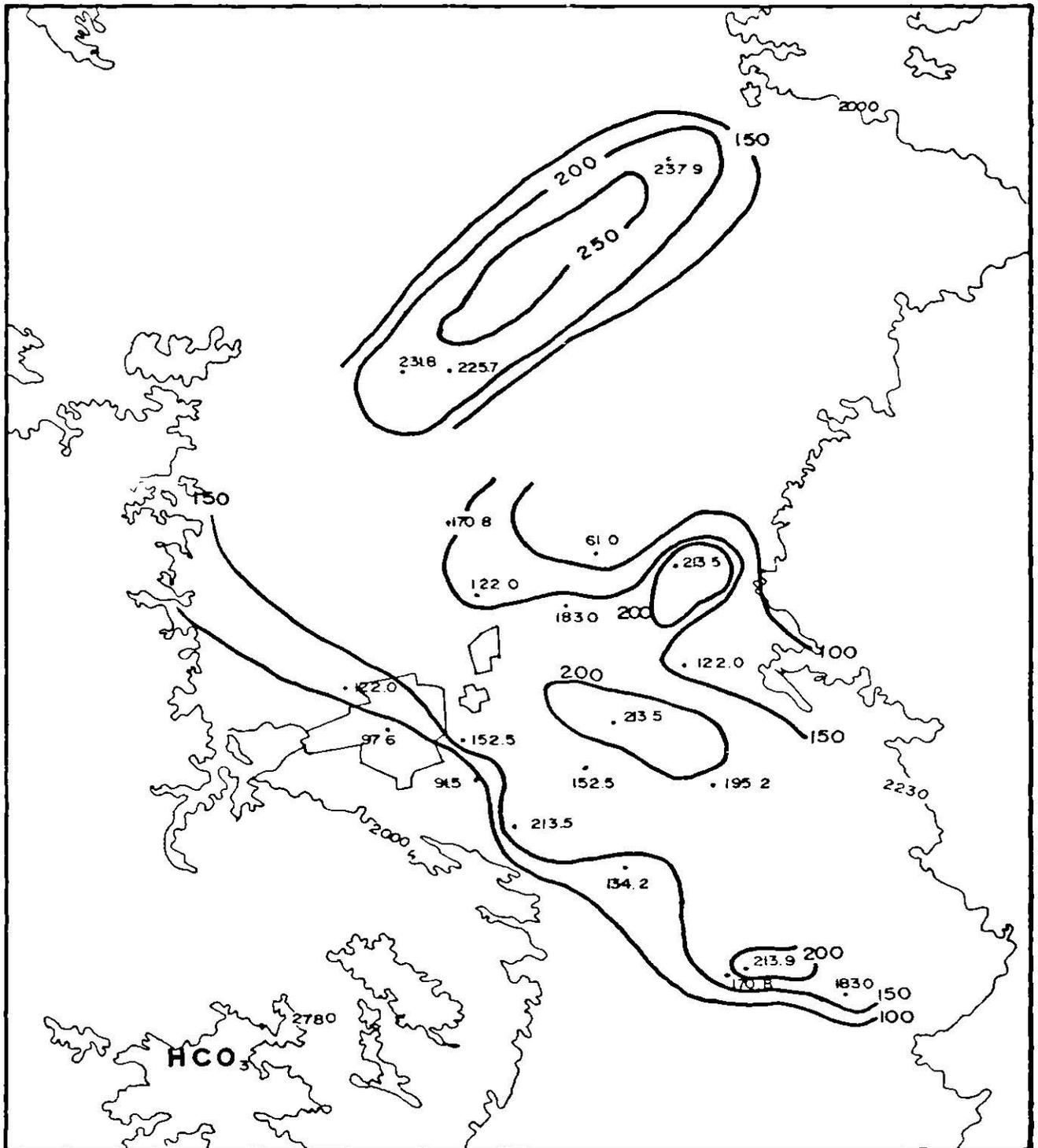
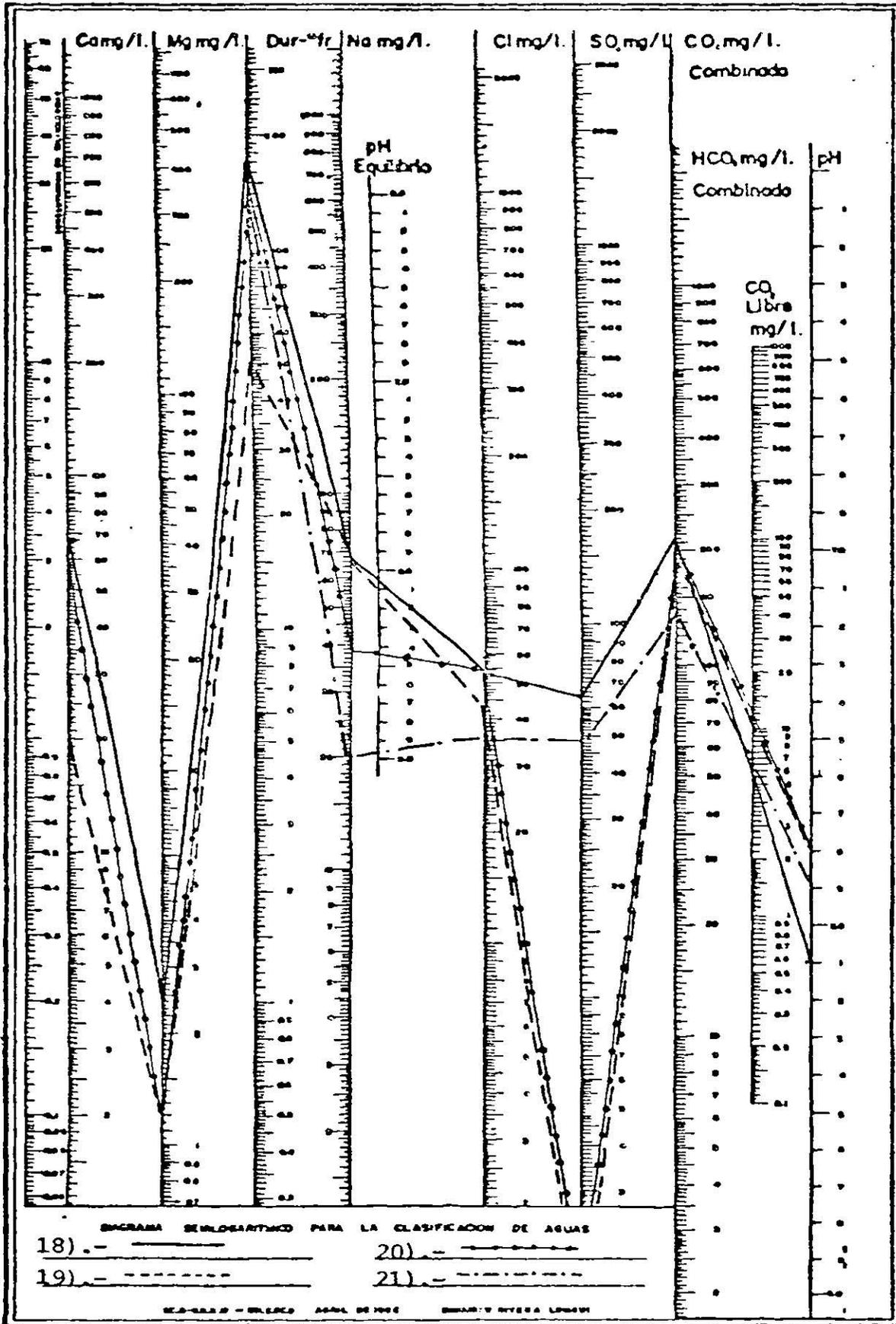


FIGURA No (9)



VALLE SAN LUIS POTOSI

FIGURA No (10)

sido parcialmente planteada, cuando se mencionó la influencia del zoneamiento de las familias de aguas por el tipo de rocas que conforman los porteaguas de la cuenca.

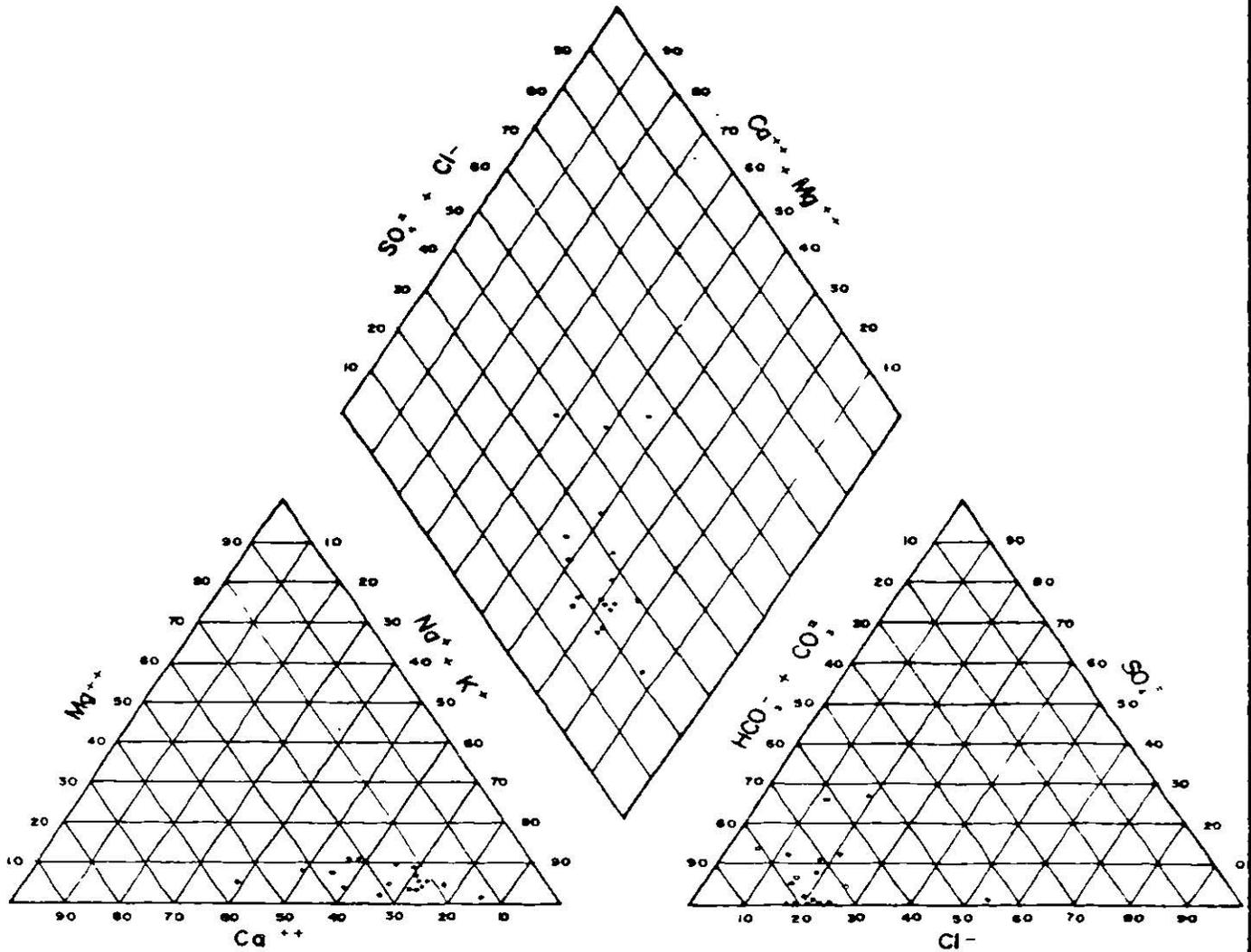
Respecto a la segunda pregunta, estudios anteriores mencionan un posible alimento de aguas subterráneas hacia el Valle de San Luis Potosí, provenientes y controladas -- por el graben de Villa de Reyes, indicando que estas aguas penetran por la parte Oeste de la Cuenca, siguiendo el contorno aproximado de la Sierra de San Miguelito. Esto implicaría un aumento salino (o de STD) en esta dirección, pero esto no se refleja en las gráficas de isovalores, ya que estas indican un crecimiento dentro del Valle de Este a Oeste y de Oeste a Este como antes se menciona.

La termalidad es otro de los argumentos de -- apoyo para la hipótesis, pero no constituye una base muy firme según se expone en el apartado de termalidad, ya que ambos valles son capaces de justificar la anomalía térmica de sus -- aguas y su distribución dentro de los mismos. Ahora bien, si -- observamos la composición química de las aguas de la zona termal del Valle de Villa de Reyes, Figuras No.11 y 12, vemos que son predominantemente bicarbonatadas sódicas, y estas no se -- presentan en el Valle de San Luis Potosí, ni aún en la zona -- que se menciona que penetran la corriente supuesta.

Podemos concluir que las semejanzas que pre-- sentan las aguas del Valle de Villa de Reyes y las de la parte Oeste de San Luis Potosí, deben considerarse ocasionadas por -- igualdad de situaciones geológicas que las determinan, pero no dependientes entre sí.

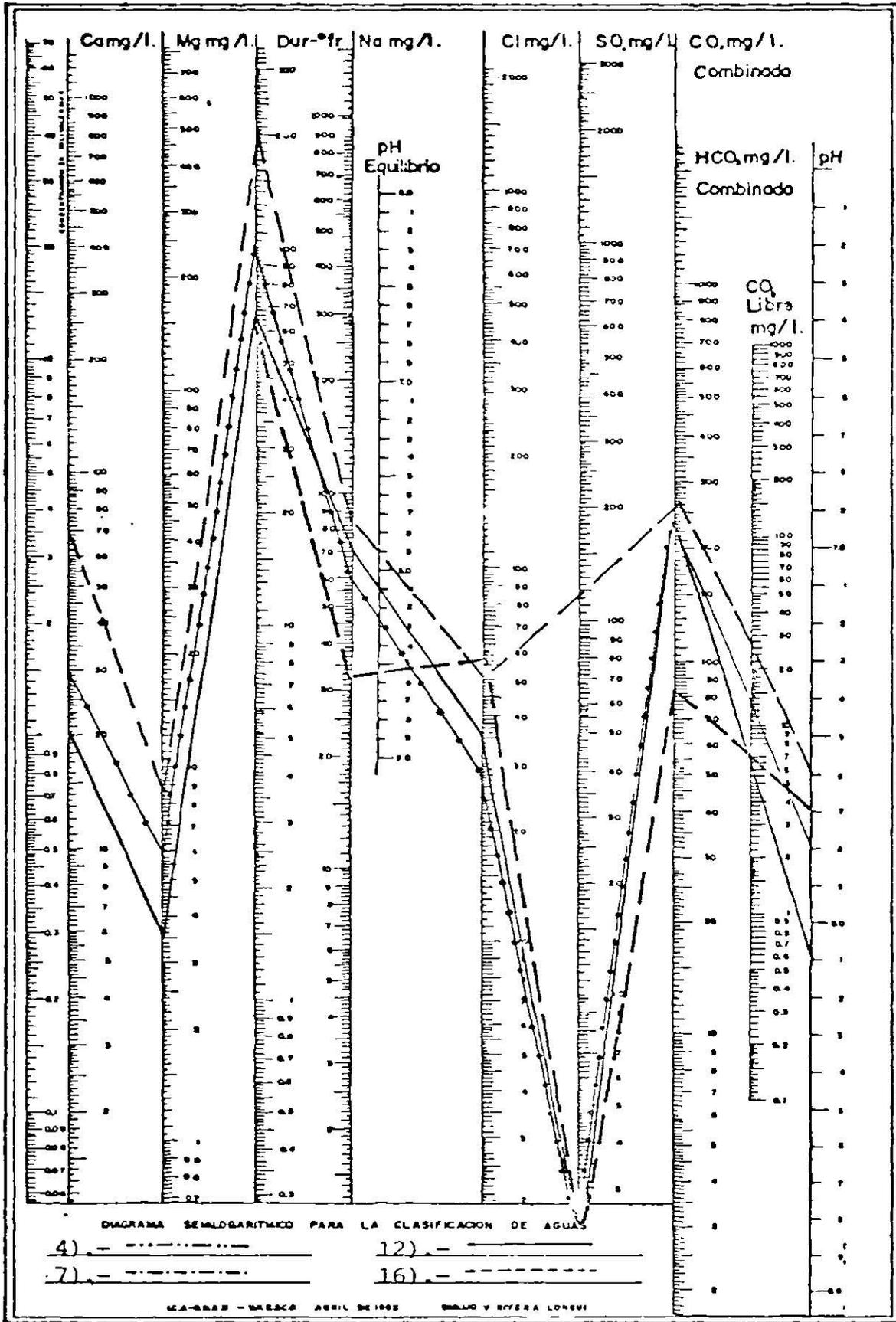
Cabe señalar que no es un sistema Hidrológico único el que se presenta en la Cuenca. La parte Noroeste del Valle parece formar un sistema aparte, si observamos en la gráfica de isovalores para sólidos totales disueltos, el -- contenido salino es tan grande como en el centro del Valle y --

DIAGRAMA TRIANGULAR PARA REPRESENTACION
GRAFICA DE ANALISIS DE AGUA.



VALLE VILLA DE REYES

FIGURA No (11)



VALLE VILLA DE REYES

FIGURA No (12)

su anomalía es remarcada por otras configuraciones de isovalores en cationes y aniones,

Actualmente la parte norte del Valle presenta un ligero desnivel en relación con la parte central del mismo. Esto probablemente indique pequeñas subcuencas separadas, que antiguamente formaban lagunas o zonas de depósito. Las lagunas intermitentes que se forman en épocas de lluvia, son los últimos vestigios de estas subcuencas que se mencionan, y pueden explicar el fenómeno antes citado.

EVOLUCION ESTADISTICA DE LOS ACUIFFROS.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, dentro de sus programas de trabajo durante el periodo de 1970 a 1980, hizo una medición sistemática y continuada de los pozos perforados dentro del Valle de San Luis Potosí, sin embargo, estos datos no han sido presentados dentro de un formato estadístico conjuntado, por tal motivo, el integrar los datos de la década 1970-1980 resulta difícil, sin embargo, como las variaciones en el comportamiento de los acuíferos no es súbito y las tendencias de evolución son definidas por periodos de tiempos largos, los datos obtenidos hasta ahora para la década señalada, son suficientes para intentar hablar sobre la evolución de los mismos. Este mismo punto ha sido ya analizado en otros estudios (Hidrotec 1972), y básicamente han sido procesados los mismos datos que en el presente trabajo y como algunas de las observaciones que se dan en la primera parte de esta Tesis están íntimamente relacionadas en este aspecto, consideramos adecuado analizar los datos obtenidos en dicho trabajo (Los datos que aquí se manejan corresponden únicamente del año 1971 a 1977).

Para este análisis, se graficaron los datos disponibles de 200 pozos perforados dentro del Valle de San Luis Potosí.

Las gráficas Nos.13,14,15,16 y 17, representan los datos contenidos en las tablas 11 a la 20; nos dan una idea de que el agua captada por los pozos perforados en el Valle, presentan 2 niveles principales definidos, el primero y más profundo se localiza entre los niveles 1755 y 1765 m.s.n.m. y otro menos regular, que oscila entre 1795 y 1830 m.s.n.m., pero, como otros niveles de menor importancia se sitúan entre 1860 y 1880 y aún a 1930 m.s.n.m. para el caso último que se menciona, se debe tomar en consideración la ubicación de las obras debido a que se localizan hacia las partes marginales del Valle, sobre depósitos de talud de las Sierras. Los nive-

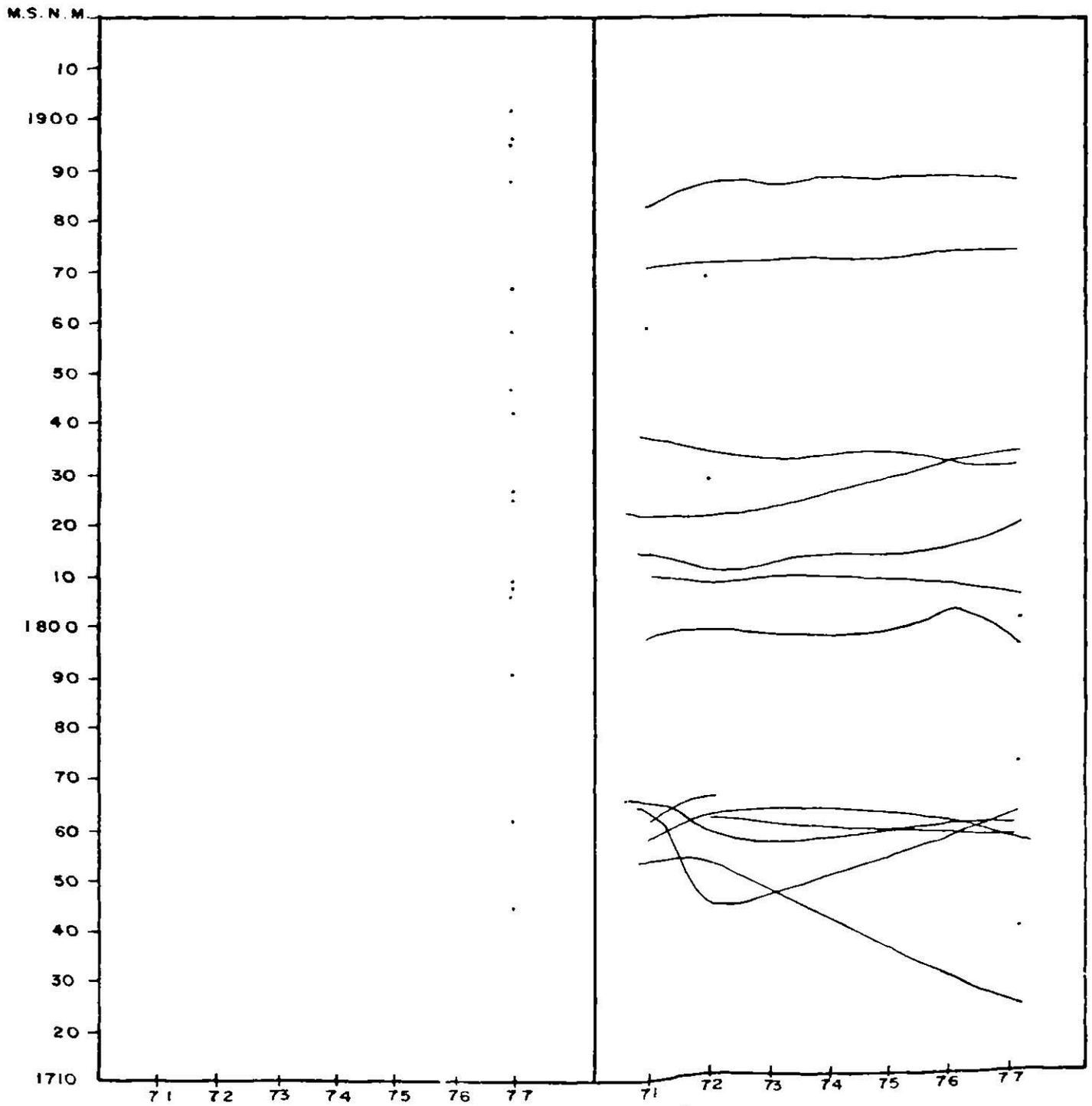


FIGURA No (13)

M S N M - METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
 1971-1977. AÑOS DE CENSO DE LOS NIVELES

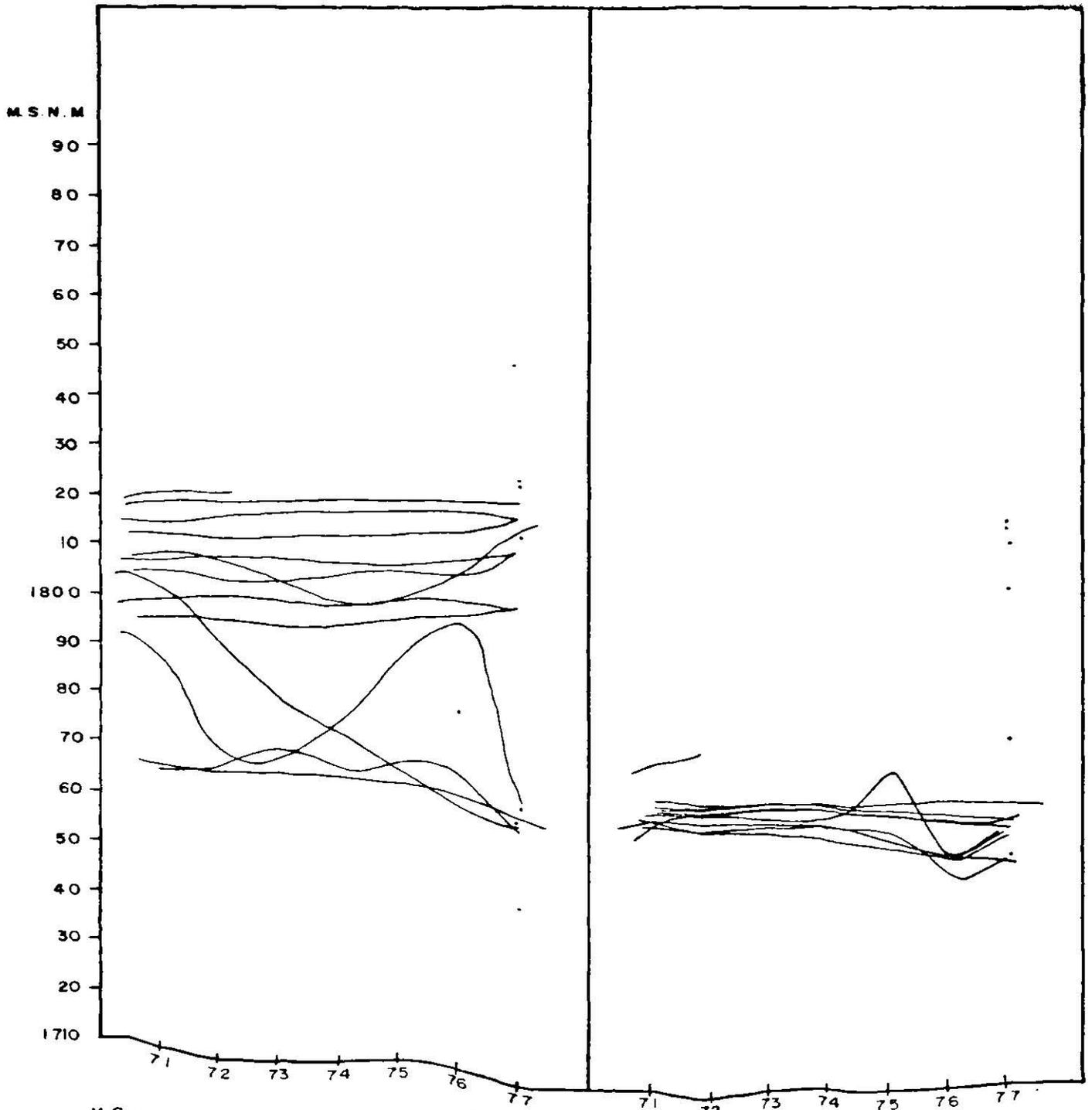


FIGURA No (14)
 M S N M - METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
 1971-1977 AÑOS DE CENSO DE LOS NIVELES

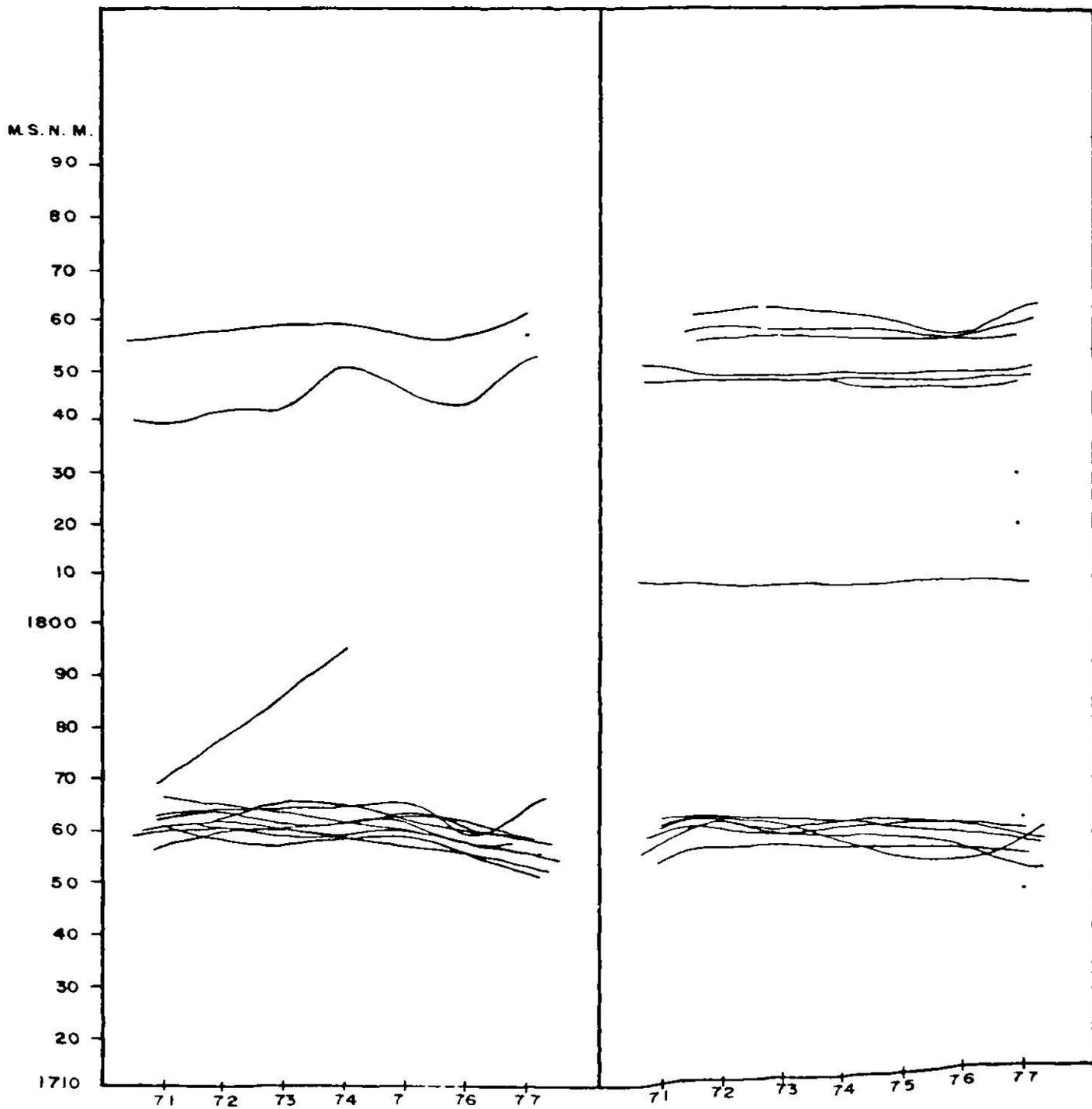


FIGURA No (15)

M.S.N.M. — METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR .
 1971 — 1977 . AÑOS DE CENSO DE LOS NIVELES .

M.S.N.M

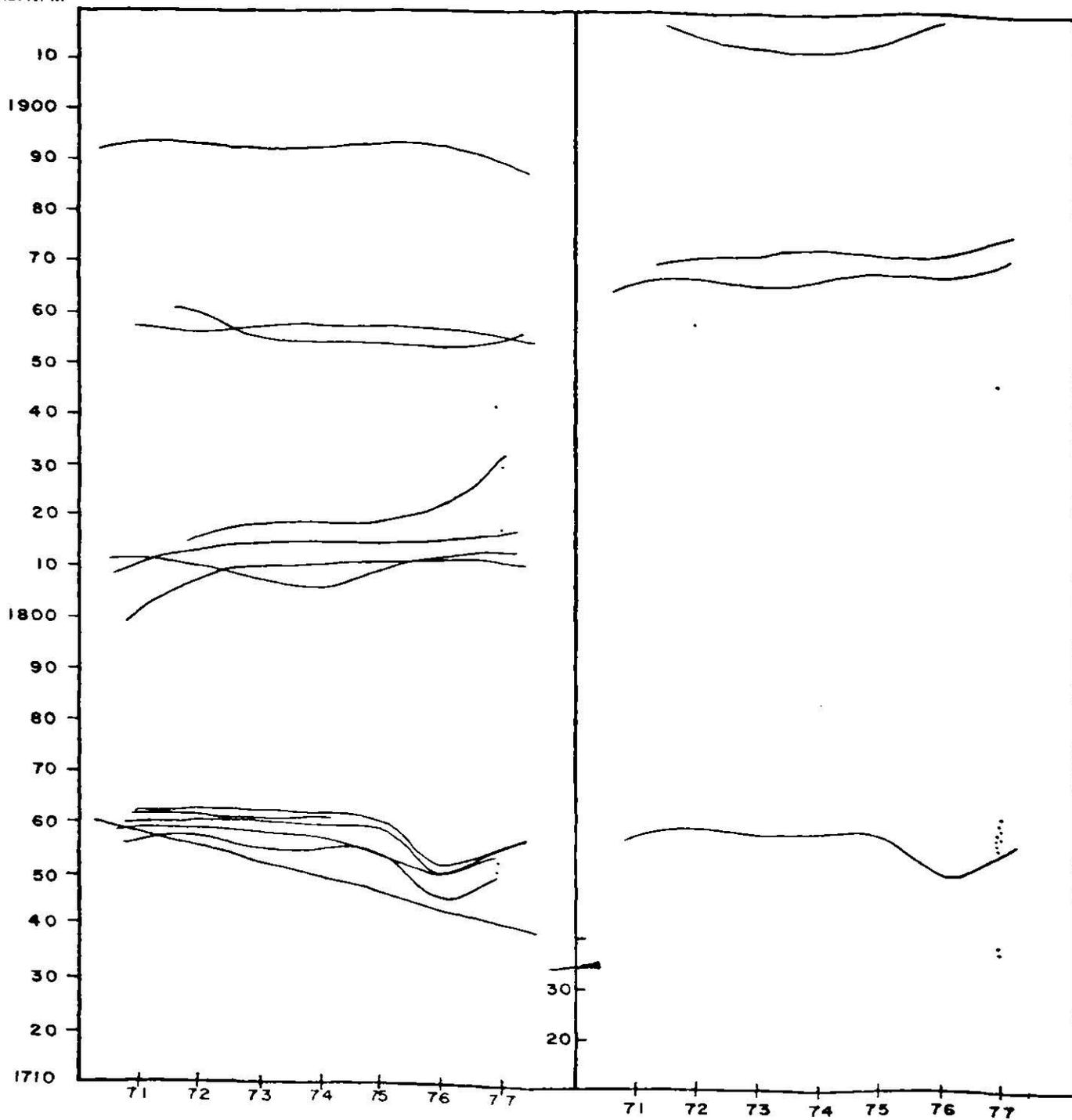


FIGURA No (16)

M.S.N.M. - METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
1971-1977. AÑOS DE CENSO DE LOS NIVELES .

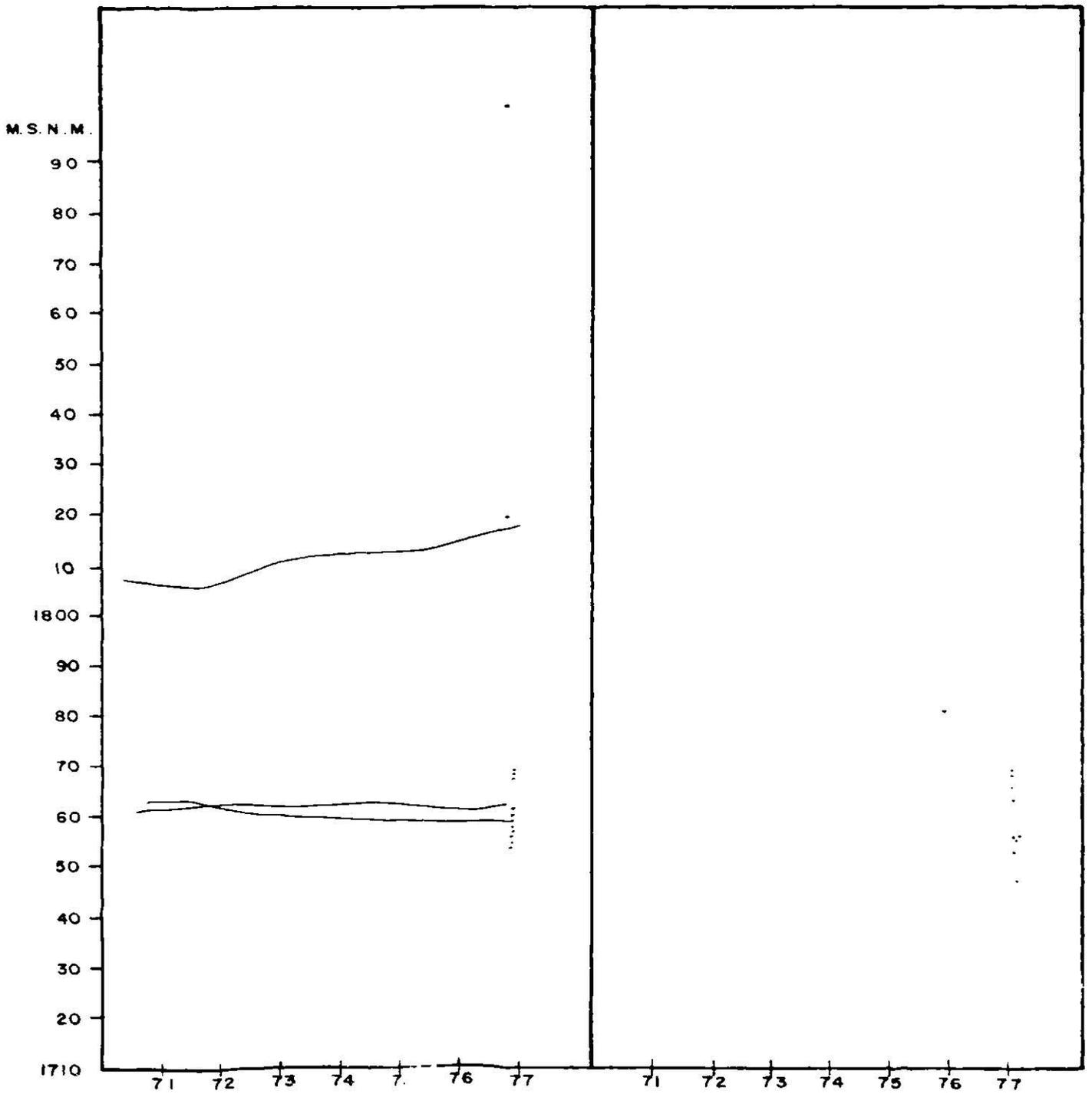


FIGURA No (17)

M. S. N. M - METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
 1971-1977. AÑOS DE CENSO DE LOS NIVELES .

les más someros dentro del Valle corresponde a pequeños acuíferos colgados en lentes arcillosos o sobre un desarrollo significativo de caliche o tepetate.

Los niveles más persistentes 1755-1765, tienen variaciones limitadas, y sus oscilaciones están dentro de un rango de una decena de metros, para el período al principio mencionado, estos niveles pertenecen a un acuífero profundo -- confinado.

El otro nivel, 1975-1830 presenta variaciones similares, pero a diferencia del anterior, presenta rangos de dispersión más grande respecto a la media, es decir, los niveles estáticos son menos variables a cierta profundidad de una obra a otra, la evolución estática, sin embargo, tiene variaciones que raramente sobrepasan los 10 m. (Tomando medias por -- año) dentro del período 1971-1979.

El acuífero superficial presenta una regularidad notable en su comportamiento, es decir, las variaciones de niveles parecen estar sujetas a las épocas de estiaje y de lluvias, descendiendo en el primer caso y recuperándose en el segundo, también dentro de los años de mayor abundancia de lluvias se puede apreciar notablemente el ascenso de los niveles, tal es el caso del período 1975-1976.

Por lo antes expuesto se concluyen dos tópicos muy interesantes:

10.- El artesianismo del acuífero inferior -- que señala que la recarga proviene de una zona más alta que la base del elemento confinante, y que ésta debe estar sujeta al principio de vasos comunicantes, a una altura del orden de -- 1770 m.s.n.m., este es un elemento interesante para examinar, -- si los niveles detectados en el Valle de Villa de Reyes pueden justificar o no, lo dicho sobre la recarga que se plantea de -- este Valle hacia el Valle de San Luis Potosí.

2o.- Que las extracciones que se hacen del -- acuífero somero y del profundo, son compensadas por las aguas depositadas en la Cuenca, en época de lluvias, esto sobretodo puede aplicarse al acuífero libre, ya que por el exceso de lluvias de los años 1975 y 1976 se nota una recuperación de nivel, por encima de la que presentaba en años anteriores.

El acuífero profundo no necesariamente obedece a esta situación, sobre todo para la zona más explotada (Zona Industrial y Urbana); sin embargo, se puede decir que el -- descenso de niveles por la extracción, aún sigue siendo mínima.

En la relación que se anexa a continuación, - se puede correlacionar en forma muy general cual de los acuíferos es captado por las diferentes obras.

PROFUNDIDAD Y NIVEL ESTÁTICO DE LAS NORIAS Y -
POZOS PERFORADOS EN EL VALLE DE SAN LUIS POTOSÍ.

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTÁTICO.
POZO	PSLB-2	S.A.R.H.	SOLEDAD D. GUTIERREZ.	771.	149.
"	PSLB-5	S.A.R.H.	MARAVILLAS MEXQUITIC.	403.60	93.30
"	PSLO-6	S.A.R.H.	LA ZORRA	450.	97.30
"	PSLB-6	S.A.R.H.	SOLEDAD D. GTZ. LAGUNA DE STA. RITA.	260.	- - -
"	PSLO-8AS-8	S.A.R.H.	PEÑASCO.	212.15	68.15
"	PSLB-9	S.A.R.H.	LAS MORAS I	451.	72.50
"	PSLB-10	S.A.R.H.	PALMA DE LA CRUZ.	335.45	47.10
"	PSLB-11	S.A.R.H.	PALMA DE LA CRUZ.	350.00,	79.90
"	PSLB-12	S.A.R.H.	OJO PINTO - MEXQUITIC.	300.00	67.20
"	PSLB-14	S.A.R.H.	LA MANTEQUILLA	200.00	150.60
"	PSLB-15	S.A.R.H.	EL JARALITO	295.	103.90
"	PSLB-21	S.A.R.H.	LOS RODRIGUEZ	300.	61.70
"	PSLB-22	S.A.R.H.	OJO ZARCO - MEXQUITIC.	250.	70.70
"	PSLB-34	S.A.R.H.	BARBECHOS DE GUADALUPE.	222.24	- - -
"	PSLB-37	S.A.R.H.	ARROYOS.	191.	115.00
"	PSLB-44	S.A.R.H.	PALMA DE LA CRUZ.	222.	79.00
"	PSLB-49	S.A.R.H.	INDEPENDENCIA	129.60	86.10
"	PSLB-51	S.A.R.H.	MILPILLAS.	353.	142.60
"	PSLB-72	S.A.R.H.	LAS MORAS II	250.	76.70
"	86	DOMINGO MONTEEL	SAUCITO.	220.	101.40
"	PSLB-90	S.A.R.H.	ZONA INDUSTRIAL	350.	96.30
"	100	ABST.AGUAS.	URBANA.	220.	98.00
"	100-A	ABST.AGUAS.	URBANA.	300.	100.00
"	PSLB-104	S.A.R.H.	OJO ZARCO II MEXQUITIC.	240.	34.40
"	PSLB-118	S.A.R.H.	PALMAR I MEXQUITIC.	250.	15.00
"	PSLB-121	S.A.R.H.	OJO PINTO. MEXQUITIC.	250.	65.70
"	PSLB-125	S.A.R.H.	LOS RODRIGUEZ MEXQUITIC.	250.	69.00
"	PSLB-138	S.A.R.H.	LA PILA, S.L.P.	350.	- - - -
"	PSLB-139	S.A.R.H.	RINCONADA, S.L.P.	350.	101.82

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTÁTICO
NORIA	164	CLUB CAMPESTRE DE GOLF.	URBANA	20	8.70
POZO	166	CLUB CAMPESTRE DE GOLF.	URBANA	190	93.75
NORIA	167	CLUB CAMPESTRE DE GOLF.	URBANA	20	7.90
POZO	188	ABAST. DE AGUA	URBANA	211	113.70
"	189	ABAST. DE AGUA	URBANA	270	107.40
"	190	ABAST. DE AGUA	URBANA	220	110.00
"	211	ABAST. PECUARIOS	URBANA	90	70.90
"	212	INDUST. MINERA - MEXICO.	URBANA	350	115.00
"	213	INDUST. MINERA MEXICO.	URBANA	189	- - -
"	316-A	FERROCARRILES - NACIONALES.	URBANA	182	115.00
"	317	FERROCARRILES - NACIONALES.	URBANA	182	115.60
"	319	FERROCARRILES - NACIONALES.	URBANA	180	116.90
"	320	FERROCARRILES - NACIONALES.	URBANA	180	115.60
"	323	ABAST. DE AGUA	URBANA	220	117.17
"	325	AVANTRAM MEXICANA	URBANA	160	94.30
"	326	AVANTRAM MEXICANA	URBANA	160	97.90
"	327	AVANTRAM MEXICANA	URBANA	160	95.70
"	328	ABAST. DE AGUA	URBANA	160	129.
"	328-A	ABAST. DE AGUA	URBANA	250	110.00
"	333	ABAST. DE AGUA	URBANA	200	- - -
"	329	CIA. MINERA PENNSALT, S.A.	URBANA	80	22.00
"	334	PIZZUTO.	URBANA	160	83.45
"	339	COCA COLA	URBANA	235	131.14
"	339-A	COCA COLA	URBANA	155	127.40
"	340-A	ABAST. DE AGUA	URBANA	220	103.00
"	340	CIA. SILICE -- PIZZUTO.	URBANA	210	134.
"	358	MANUEL AVELLA.	LA PALMA SOLEDAD D. GTZ.	70	23.00
"	359	MANUEL AVELLA.	LA PALMA SOLEDAD D. GTZ.	300	39.40
"	360	MANUEL AVELLA	LA PALMA SOLEDAD D. GTZ.	60	24.30
"	361	MANUEL AVELLA	LA PALMA SOLEDAD D. GTZ.	70	22.50
"	362	S.A.G.	SOLEDAD D. GUTIERREZ.	50	29.60
"	363	S.A.G.	SOLEDAD D.	80	27.60

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTÁTICO.
POZO	371	GUANOS Y FERTI LIZANTES.	URBANA	200	108.90
"	372	GUANOS Y FERTI LIZANTES.	URBANA	180	99.70
"	373	SR. LOZANO.	GRANJA GUADALUPANA, SOLEDAD D. GTZ.	75	31.30
"	374	SR. LOZANO	GRANJA GUADALUPANA SOLEDAD D. GTZ.	200	48.90
"	379	ARTURO RIVAS	PALMA, SOLEDAD DE. GUTIERREZ	150	76.00
"	380	S.S.A.	ENRIQUE ESTRADA.	200	73.00
"	380-A	S.S.A.	ENRIQUE ESTRADA.	200	- - -
"	381	CRISTOBAL HERRERA	EL MEXQUITA.	150	47.80
"	382	CRISTOBAL HERRERA	EL MEXQUITA.	150	44.45
"	385	SR. ALTAMIRANO	EL OLVIDO PALMA DE LA CRUZ.	100	38
"	385-A	SR. ALTAMIRANO	EL OLVIDO PALMA DE LA CRUZ.	100	40.00
"	386	S.S.A.	PALMA DE LA CRUZ SOLEDAD D. GTZ.	222	74.00
"	387	ARTURO RIVAS.	SOLEDAD D. GTZ.	150	73.70
"	397	S.S.A.	JASSOS.	150	98.90
"	401	S.S.A.	SANTA RITA.	142	98.
"	402	S.S.A.	LA LIBERTAD.	200	88.30
"	403	APELSA SR. -- LOZANO.	LA LIBERTAD.	280	92.70
"	403-A	APELSA SR. -- LOZANO.	LA LIBERTAD	287	87.00
"	406	LA FLORIDA	LA FLORIDA	200	86.40
"	407	LA FLORIDA	LA FLORIDA.	200	93.70
"	408	LA FLORIDA	LA FLORIDA	250	93.70
"	409	LA FLORIDA	LA FLORIDA.	200	91.48
"	410	BENITO DELGADILLO	ATRAS DE LA -- FLORIDA.	200	80.75
"	413	S.S.A.	URBANA. COL. SN. FRANCISCO.	200	45.
"	414	COCA COLA	URBANA.	250	102.20
"	415	ABAST. DE AGUA.	UNIDAD PONCIANO ARRIAGA.	260	- - -
"	416	TECNOLOGICO.	TECNOLOGICO ,	200	97.90
"	418	SR. CASTAÑON.	ZONA 2	150	93.80
"	418-A	SR. CASTAÑON.	ZONA 2	160	94.70
"	419	SR. CASTAÑON.	ZONA 2	160	94.30
"	420	SR. CASTAÑON	ZONA 2	160	95.40
"	421	SR. CASTAÑON.	ZONA 2	166	90.00
"	422	SR. CASTAÑON.	ZONA 2	155	93.40

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTÁTICO.
POZO	432	FRAC. ORQUIDEA	FRAC. ORQUIDEA	200	84.40
"	432-A	FRAC. ORQUIDEA.	FRAC. ORQUIDEA	200	85.40
"	436	FRUCTUOSO ROBLES.	LAS MERCEDES	160	87.60
"	437	FRUCTUOSO ROBLES.	LAS MERCEDES.	270	89.00
"	438	FRUCTUOSO ROBLES.	LAS MERCEDES.	254	88.40
"	439	FRUCTUOSO ROBLES.	LAS MERCEDES.	160	90.10
"	442	PATRONATO DEL --	LA PILA.	120	84.90
NORIA	443	COMUNIDAD	LA PILA.	13	4.40
POZO	444	S.S.A.	LA PILA.	160	- - -
MANANTIAL	445	COMUNIDAD.	LA PILA.	- -	12.40
POZO	447	QUINTIN RODRIGUEZ.	LA PILA	1050	95.40
"	449	CANDIDO PLIEGO.	LAS BOMBAS.	150	101.40
"	449-A	CANDIDO PLIEGO.	LAS BOMBAS.	200	100.60
"	450	CANDIDO PLIEGO.	LAS BOMBAS.	150	100.35
"	463	SEMINARIO SN JOSE	ZONA 3	200	90.25
"	492	ABAST. DE AGUA.	ZONA INDUSTRIAL	200 ,	105.00
"	493	PRADOS SN. VICENTE	KM. 422. CARRETERA --- CENTRAL.	200	100.00
NORIA	509	FRAC. ORQUIDEA.	FRAC. ORQUIDEA.	15	5.80
POZO.	512	S.A.R.H.	LA PILA.	324	95.00
"	517	C.R.E.A.	URBANA.	170	105.
NORIA	529	SAN LUIS GAS.	URBANA.	30	12.00
POZO.	537	COL. PROGRESO.	URBANA.	150	113.40
"	546	COL. PROGRESO.	URBANA.	160	102.65
"	550	ABAST. DE AGUA.	CAJA DE AGUA.	270	109.
"	550-A	ABAST. DE AGUA.	CAJA DE AGUA.	300	109.
"	551	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	250	105.
"	552	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	152	117.
"	553	ABAST. DE AGUA.	URBANA	225	110.70
"	554	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	150	118.00
"	557	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	220	120.00
"	557-A	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	350	89.00
"	559	ABAST. DE AGUA.	URBANA	232	100.70
"	560	C.F.E.	URBANA.	200	102.40
"	561	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	160	107.80
"	562	OPERADORA TEXTIL	URBANA.	150	- - - -
NORIA.	563	DON RAMON.	URBANA	12	6.60
POZO.	564	C.F.E.	URBANA.	180	111.20

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTÁTICO.
POZO	565	C.F.E.	URBANA.	182	107.20
"	566	C.F.E.	URBANA.	165	109.
"	567	C.F.E.	URBANA.	200	107.90
"	568	C.F.E.	URBANA.	200	105.40
"	569	LADO SUR DE LA PASTEURIZADORA POTOSINA.	URBANA.	- -	- - - -
"	571	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	200	110.
"	580	FABRICA SAN LUIS.	URBANA.	197	120.80
"	581	FABRICA HERDEZ.	URBANA.	300	121.10
"	579	CIA. MINERA PENNSALT.	URBANA.	168	40.
"	582	EMBOTELLADORA AMERCIA.	URBANA.	165	112.10
"	584	ABAST. DE AGUA.	URBANA	154	132.50
"	585	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	240	- - - -
"	586	FABRICA DE HIELO EL POPO.	URBANA.	152	100.70
"	587	FABRICA DE HIELO CRISTAL.	URBANA.	208	105.00
"	588	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	201	109.10
"	583	ABAST. DE AGUA.	URBANA.	151	107.
"	590	S.S.A.	SAUCITO.	220	97.
"	604	CLUB POTOSINO DE FUTBOL.	ZONA 2	300	85.
"	605	SR. TOBIAS.	CAMARON I	220	86.70
"	349	ING.SALVADOR VALLE.	LOS ANGELES	55	31.60
"	348	ING.SALVADOR VALLE	SOLEDAD D.GTZ.	55	30.00
"	347	ING.SALVADOR VALLE	LOS ANGELES	55	30.30
"	520	ING.SALVADOR VALLE	SOLEDAD D. GTZ.	200	35.00
"	346	ING.SALVADOR VALLE	LOS ANGELES	55	30.00
"	345	ING.SALVADOR VALLE	SOLEDAD D. GTZ.	55	31.00
"	931	ABAST.DE AGUAS	AV. SALK	350	- - -
"	934	FRAC.ORQUIDEA.	FRAC. ORQUIDEA	- -	- - -
"	933		FRENTE AL TECNOLOGICO.	- -	- - -
"	388	COMUNIDAD	CANDIDO NAVARRO	- -	- - -
"	316	MOTEL CACTUS	CARRETERA A -- MEXICO KM. 1	160	108.
"	458	COMUNIDAD.	POZOS LA NORIA DE SAN JOSE.	8	4.38
"	490	MOTEL SANDS.	CARRETERA A -- MEXICO KM. 1	160	108.22

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTÁTICO
POZO	494	POTOSI INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	170	90.00
"	500	ALLIS CHALMERS	INDUSTRIAL	250	84.90
"	501	QUIMICA COYOACAN	INDUSTRIAL	250	95.10
"	502	QUIMICA COYOACAN	INDUSTRIAL	200	89.90
"	503	QUIMICA SAN LUIS	INDUSTRIAL	160	84.50
"	504	REFRACTARIOS A.P. GREEN.	INDUSTRIAL	140	84.40
"	505	C.C.I.	INDUSTRIAL	170	84.00
NORIA	511	COMUNIDAD	LA PILA	9	4.70
POZO	518	PEMEX.	INDUSTRIAL	242	101.00
"	612	MARTEX POTOSI	INDUSTRIAL	350	90.74
"	617-A	SERVICIO VILLALOBOS	INDUSTRIAL	150	90.00
"	621	MOTEL SANTA FE.	INDUSTRIAL	145	94.10
"	411	S.S.A.	COLONIA XEWA.	180	- - -
"	412	COLONIA SARABIA	COL.SARABIA.	200	- - -
"	536	UNIDAD GANADERA	INDUSTRIAL	200	60.
"	398	EJIDO DE JASSOS	JASSOS.	170	93.48
"	399	EJIDO DE JASSOS	JASSOS	160	99.68
"	400	EJIDO DE JASSOS	JASSOS	160	- - -
"	355	ROBERTO ALBA.	LA ESMERALDA	100	70.60
"	354	ROBERTO ALBA.	SOLEDAD D. GTZ. LA ESMERALDA	100	73.20
"	353	ROBERTO ALBA.	SOLEDAD D.GTZ. LA ESMERALDA	- -	45.50
"	535	JULIO CORDOVA	SOLEDAD D.GTZ. LA VIRGEN.	62	38.90
"	534	JULIO CORDOVA	SOLEDAD D.GTZ. LA VIRGEN	65	29.40
"	345	AUGUSTO NARVAEZ	SOLEDAD D.GTZ. SAN AGUSTIN	60	32.10
"	343	JULIO CORDOVA.	SOLEDAD D. GTZ. LA VIRGEN	63	28.10
"	523	MANUEL Y FRANCISCO VILLAR	SOLEDAD D. GTZ. LA PORTILLA	60	29.90
"	357	JOSE ALTES Y CIA.	SOLEDAD D. GTZ. GUADALUPE	--	36.60
"	356	JOSE ALTES Y CIA.	SOLEDAD D.GTZ. GUADALUPE	--	37.40
"	352	SR. DELGADILLO.	SOLEDAD D.GTZ. SANTA FE	80	35.60
"	350	SR. DELGADILLO.	SOLEDAD D.GTZ. SANTA FE	80	34.90
"	351	SR. DELGADILLO.	SOLEDAD D.GTZ. SANTA FE	80	37.10
"	526	LINO GALLEGOS	SOLEDAD D.GTZ. SANTA ANA	50	29.30
"	527	LINO GALLEGOS	SOLEDAD D.GTZ. SANTA ANA	50	31.40

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	82
					NIVEL ESTATICO.
POZO	529	JESUS GALLEGOS V.	SANTA ANA SOLEDAD D.GTZ.	16	- - -
"	365	SOCORRO REYNOSO	RANCHO SAN JOSE SOLEDAD D.GTZ.	30	17.00
"	369	ANTONIO LEYVA	SAN ANTONIO.	50	25.10
"	370	ADELA RODRIGUEZ N.	RESTAURANT LOS PINOS.	60	24.70
"	608	ANTONIO ACEBO.	ZONA 2	250	97.40
"	609	ABAST. DE AGUAS	ZONA TERMAL	350	- - -
"	610-15B	LA NOGALIA CAMPESTRE.	FRAC. NOGALIA ZONA 2	170	88.30
"	613-A	ABAST. DE AGUAS	2 KM.AL PONIENTE DEL CENTRO DE -- ABASTOS.	200	- - -
"	613	ABAST. DE AGUAS.	CENTRAL DE ABAS- TOS.	262	95.60
"	615	ABAST. DE AGUAS	CARRETERA CENTRAL ADELA T.	300	95.
"	617	SR. TOBIAS EL CAMARON II.	ZONA 2	200	89.90
"	618	FRANCISCO PONCE	ZONA 2	200	90.10
"	619	ABAST. DE AGUAS	COLONIA JUAN SARABIA.	300	98.70
"	620	ABAST. DE AGUAS	ZONA TERMAL	300	94.70
"	622	ABAST. DE AGUAS	ZONA TERMAL	300	93.00
"	623	ABAST. DE AGUAS	ZONA TERMAL	250	92.70
"	636	SR. MADRAZO	LOS TATOYOS	160	93.60
"	700	EMBOTELLADORA AGA	EMBOTELLADORA - AGA ZONA URBANA	- - -	- - -
"	751	SR. RANGEL.	ENTRADA A LA -- FLORIDA.	200	89.70
"	850	ABAST. DE AGUAS	URBANA.	219	100.00
"	850-A	MODULO FOVISSTE	URBANA.	300	101.00
"	851	ABAST. DE AGUAS	URBANA.	150	100.00
"	852	ABAST. DE AGUAS.	URBANA.	280	- - -
"	853	ABAST. DE AGUAS.	URBANA.	260	101.90
"	854	ABAST. DE AGUAS	URBANA.	250	98.90
"	856	ABAST. DE AGUAS	URBANA.	250	108.50
"	855	ABAST. DE AGUAS	URBANA.	260	100.00
"	857	ABAST. DE AGUAS	URBANA.	300	102.00
"	858	ABAST. LE AGUAS	URBANA.	200	100.90
"	624	ACERO ^c SAN LUIS	ZONA INDUSTRIAL	318	- - -
"	626	CIA. MINERA LAS CUEVAS	ZONA INDUSTRIAL	307	92.24
"	626-A	CIA. MINERA LAS CUEVAS.	ZONA INDUSTRIAL	320	88.
"	627	BENDIX MEXICANA	ZONA INDUSTRIAL	330	88.40

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTÁTICO.
POZO	628	CIA.HULERA SAN LUIS	ZONA INDUSTRIAL	300	118.70
"	629	INDUSTRIAL PAPELERA	ZONA INDUSTRIAL	300	- - -
"	630	AHMSA	" "	410	94.70
"	631	FHASA	" "	302	90.90
"	633	MEXINOS	" "	421	- - -
"	634	MEXINOS	" "	350	- - -
"	640	INDUSTRIAS QUIMICAS DE MEXICO.	" "	165	92.00
"	641	INDUSTRIAS QUIMICAS DE MEXICO.	" "	270	97.00
"	642	INDUSTRIAS QUIMICAS DE MEXICO.	" "	350	101.60
"	930	MUNICIPAL	SOLEDAD D.GTZ.	300	- - -
"	932	HERDEZ	ZONA INDUSTRIAL	350	- - -
"	939	CIA.CIGARRERA - -	" "	- -	- - -
"	935	LA MODERNA. LATIN CASA.	" "	- -	- - -
"	936	CARTONERA DEL CENTRO.	" "	- -	- - -
"	937	COMET S.A.	" "	- -	- - -
"	938	ENCAJES MEXICANOS	" "	- -	- - -
NORIA	516	CANTORAS Y LAJAS	LA CANTORA POZOS.	10	4.10
POZO	441	GENERAL POPO	ZONA INDUSTRIAL	236	92.00
"	625	GENERAL POPO	" "	255	- - -
"	533	TANQUES SAN LUIS	" "	255	94.08
"	701	CHICLES CANELS	URBANA.	200	- - -
"	859	ABAST. DE AGUAS	URBANA.	300	123.75
"	860	FABRICA DE CHICLES LA VICTORIA.	URBANA.	250	120.00
"	861	CEMENTARIO VALLE DE LOS CEDROS.	URBANA.	150	- - -
"	862	UNIDAD DEPORTIVA ADOLFO LOPEZ MATEOS	URBANA.	300	- - -
"	863	ANA MARIA PEDRAZA.	URBANA.	172.50	103.60
"	864	ABAST. DE AGUAS.	URBANA.	300	120.
"	900	COLONIA HOGARES FERROCARRILEROS	COL.HOGARES FERROCARRILEROS	250	101.
"	901	COLONIA POLVORIN	COL.POLVORIN	350	30
"	918-A	CLUB CAMPESTRE DE GOLF.	CLUB.CAMPESTRE	350	85.50
"	909	CUB 2001	CLUB 2001	200	98.70
"	910	FRACCIONAMIENTO - TALLERES.	AV.INDUSTRIAS Y TALLERES.	200	93.60
"	911	ABAST. DE AGUAS.	AV. MEXICO. URBANA.	284	90.55

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTATICO
POZO	912	ABAST. DE AGUAS	JARDIN SANTIAGO	304	89.70
"	913	ABAST. DE AGUAS.	JARDIN DE TEQUIS	300	- - -
"	914	ABAST. DE AGUAS	ZONA TERMAL	350	95.40
NORIA	915	JUAN LOPEZ IBARRA	TERCERA GRANDE	15	10.60
"	916	SRES. LOPEZ.	TERCERA CHICA.	7	4.30
POZO	918	ABAST. DE AGUAS.	ZONA TERMAL	300	94.30
"	919	ABAST. DE AGUAS	ZONA TERMAL COLONIA JUAN - - SARABIA II.	350	92.60
"	920	ABAST. DE AGUAS	ZONA TERMAL COL. JUAN SARABIA II	350	93.20
"	921	CIA. MANUFACTURERA PROCOIN.	ZONA 3	200	90.00
"	923	EJIDAL	PALMA DE LA CRUZ	250	40.00
"	924	GUILLERMO GUERRA GONZALEZ.	PALMA DE LA CRUZ	200	57.90
"	925	DAVID LOZANO	GUADALUPANA SOLEDAD D. GTZ.	65	33.60
"	926	MANUEL A.	RANCHO LA PALMA.	60	23.00
"	1000	FRAC. JACARANDAS	URBANA.	300	103.50
"	1001	S.S.A.	EL MEZQUITAL	140	55.60
"	602	MIGUEL BARRAL PORTONES.	EL TERREGAL	245	92.50
"	637	MIGUEL FERNANDEZ	POZOS	150	90.60
"	638	ING. GONZALEZ MALDONADO.	POZOS	160	102.40
"	639	RAFAEL EISCHELMAN	POZOS	130	91.50
NORIA	539	MOTEL COLONIAL	URBANA.	12	3.70
"	515	COMUNIDAD	ARROYOS	10	6.45
"	459	JUAN ZAVALA	EL LINDERO LA PILA	9	3.42
"	429	MARTIN NIÑO	EL LINDERO LA PILA	10	3.10
POZO	416	TECNOLOGICO.	ESCUELA TECNOLÓGICO	200	95.40
"	404	ANSELMO MARQUEZ	SANTA CRUZ.	200	94.75
"	405	GRANJA SN. MIGUEL	GRANJA SN. MIGUEL	- -	92.60
"	396	PROFA. ADELA NARVAEZ	EXHACIENDA EL JARALITO.	160	84.55
"	396-A	PROFA. ADELA NARVAEZ	EXHACIENDA EL	200	88.
"	417	BAÑOS SAN JOSE	URBANA	150	85.00
"	389	S.S.A.	LA TINAJA	180	- - -
"	390	S.S.A.	PEÑASCO	145	65.60
"	391	S.S.A.	PEÑASCO	120	- - -
"	392	S.S.A.	TERRERO.	150	63.00
"	393	S.S.A.	COLORADO.	- -	92.00

TIPO DE APROVECHAMIENTO	CLAVE	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	NIVEL ESTATICO
POZO	394	S.S.A.	RINCONADA	80	57.00
"	395	S.S.A.	RANCHO NUEVO	181	79.00
"	467	S.S.A.	LOS GOMEZ.	- -	25.00
"	342	S.S.A.	EL MORRO.	200	- - -

C O N C L U S I O N E S ,

Son muchos los trabajos que se han hecho acerca de la Hidrología del Valle de San Luis Potosí, en los que se toma como base la química de las aguas, estos estudios han proporcionado un abundante material de referencia para intentar comprender cual es el carácter y origen de las aguas del Valle.

El movimiento de las aguas subterráneas ocupa el punto más relevante en este análisis, ya que siendo los resultados muy claros para determinar la dirección de las corrientes subterráneas para el acuífero libre, en lo referente al acuífero confinado profundo siempre ha mantenido cierto grado de incertidumbre.

Desde los primeros trabajos realizados sobre el Valle de San Luis Potosí, se ha afirmado que la recarga del acuífero profundo proviene de un sistema similar en el Valle de Villa de Reyes. Las bases teóricas para afirmar esta situación, han sido las características físicas (termalidad) y químicas de las aguas, sin embargo, ambos casos tienen puntos discutibles, ya que si consideramos a la termalidad como base de esta suposición, tenemos que reconocer que tanto por ambientes geológicos, como por igual de situaciones tectónicas, ambos Valles son capaces de justificar por si mismos la termalidad de sus acuíferos profundos.

A la química de las aguas habría que anteponer las razones arriba mencionadas, pero más aún, las comparaciones químicas, siempre se han hecho en base a dos áreas principales, estas son: Las de la parte Centro Oriental del Valle de Villa de Reyes y las de la parte Oeste del Valle de San Luis Potosí, al Sur de la Ciudad del mismo nombre. Sin embargo, mientras que las aguas de Villa de Reyes, son bicarbonatadas sódicas bien definidas, en el Valle de San Luis Potosí no tenemos un equivalente de estas, más que en una área reducida en

la parte Sureste del Valle.

Por razones geológicas no se puede suponer un encajonamiento continuo de la magnitud que hasta ahora se ha planteado, para considerar una continuidad de los acuíferos -- profundos de los Valles de San Luis Potosí-Villa de Reyes y -- aún más allá de éstos, hasta el área de Taboada, Corregideros, Gto. Un tránsito tan largo de las aguas, debería reflejarse en apreciables cantidades de sólidos totales, disueltos en relación con las concentraciones que manifiestan las aguas de infiltración de origen local o medianamente regional.

La Geología regional, así como la tectónica del área apoyaría un sistema más chico San Luis Potosí-Villa de Reyes y no el gigantesco que se plantea Gogorrón-Taboada y aún así la dependencia del sistema de la Capital, no sería total respecto al sistema de Villa de Reyes, en lo que se refiere al acuífero somero, esta relación si podría plantearse de manera más estrecha.

El artesianismo en los dos Valles señala un nivel piezométrico considerablemente más alto que el de la base del elemento confinante y esto sugiere una recarga de puntos elevados. Esta situación referida a las condiciones tectónicas que definen los Valles, marca a las sierras que lo limitan como las principales zonas de recarga del acuífero profundo a través de las grandes fallas que las afectan.

Esta situación infiere que los sistemas según lo señalado, el acuífero confinado del Valle de San Luis Potosí, puede considerarse con características Geohidrológicas suficientes para justificarse así mismo o si acaso se podría con siderar ligeramente interactuante con su similar en Villa de Reyes, pero no totalmente dependiente de este último, como ha ta ahora se ha sugerido.

La evolución estática de los acuíferos exis--

tentes, se puede plantear en dos partes, según se trate del -- acuífero libre o del confinado, el primero de estos, señala -- claramente su dependencia directa en el ciclo de lluvias y las variaciones anuales en volumen se reflejan necesariamente en -- la variación de niveles.

Para el acuífero profundo, la recarga parece -- no ser tan rápida como la del acuífero libre o al menos el volumen de extracción es ligeramente superior al de recarga, ya que para el período considerado, la tendencia de variación es -- lineal e indica un descenso en los niveles de 0.5 - 1 m. por -- año, esto es de tomarse en cuenta si se considera que tiende a ser el acuífero más explotado por el rápido desarrollo urbano -- e industrial de la ciudad.

La sensibilidad que presenta el acuífero su-- perficial a las épocas de lluvia y estiaje manifiestan al mis-- mo tiempo que este acuífero poco podrá auxiliar en el futuro -- el exceso a que esté sometido el acuífero profundo, ya que la-- gran cantidad de desechos industriales y humanos, necesariamen-- te tendrá un acceso rápido hacia este acuífero y poco a poco -- su nivel de contaminación adquirirá niveles alarmantes.

R E C O M E N D A C I O N E S .

Dada la gran sensibilidad de la recarga en el acuífero somero o libre, los desechos industriales tienen acceso relativamente inmediato a estas aguas, por lo que es indispensable un control estricto sobre las factorías, para, obligarlas a eliminar los productos nocivos contaminantes.

El pozo la Soledad, abrió la posibilidad de contar con un recurso más, respecto del agua subterránea, sería muy conveniente explorar más a fondo la parte Noreste del Valle, a fin de contar con más información respecto a este punto.

La interpretación de superficie y subsuelo -- realizado por los Ings. Martínez R.V.J. y Cuéllar G., constituye el mejor intento de comprender el comportamiento subterráneo de los acuíferos en relación con la estructura, esto debe tomarse como base para completar la interpretación del subsuelo de todo el Valle, en base a las numerosas perforaciones que ya existen y a las interpretaciones geofísicas con que se cuenta

Una recolección para análisis isotópicos de las aguas, sería también un apoyo para ampliar el conocimiento que se tiene sobre las aguas del Valle de San Luis Potosí.

ANALISIS DE AGUAS

VALLE DE SAN JUIS POTOSI

TABLA N° 2

NUM	APROVECHAMIENTO	Ca		Mg		Na		K		DUREZA CaCO ₃	B mg/LI	RAS	PH	CF mmhos/cm	Fe		Mn		NO ₃ ⁻ mg/LI	NH ₄ ⁺ mg/LI	TOTAL mg	CAPACIDAD TITULACION AGUA P/RIEGO	AGRESIVIDAD	FAMILIA DE AGUA
		mg/LI	%	mg/LI	%	mg/LI	%	mg/LI	%						mg/LI	%	mg/LI	%						
1	Pozo	5.0	0.4	1.8	0.30	4.8	41.4	11.7	2.0	260		1.09	7.6	0.64	1.0	3.9	48.0	237.9	102.9	18.8	14.27	C-S	Intrist	Ca
		32.7	2.6	11.8	2.0	4.0	0.3	2.8	0.30						6.5	25.2	3.7	7	0.099	547	2 1		HCO ₃ -CL	
		80.0	3.6	64.4	11.7	26.8	2.0	18.8	2.0	215		1.91	7.3	0.55	177.6	225.7	24.8	24.8	0.7	3.5	566	C ₂ -S ₁	Agresiva	HCO ₃ -SO ₄
2	Pozo	3.0	0.2	2.1	0.2	60.0	2.4	48.3	7.8	160		1.66	7.5	0.40					56.8	14.7	407	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
		27.5	1.8	19.3	9.8	2.0	0.8	0.90	1.30						34.9				1.6	10.9				
		40.0	9.6	20.7	50.7	19.8	7.9	8.9	12.9	140		0.76	7.4	0.60					46.1	1.30	10.1	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
4	Noria	2.5	0.2	1.7	0.3	50.0	2.4	39.1	11.7	135		1.46	7.4	0.40					0.20	7.1	9.48	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
		26.4	2.1	17.9	3.2	19.8	7.9	8.9	12.9						1.8	2.78	37.7		12.9	399				
		20.0	1.2	18.4	31.2	18.7	1.9	15.0	15.0	55		1.08	7.9	0.30					61.0	31.0	189	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
6	Pozo	1	0.1	0.8	0.8	20.0	1.2	18.4	31.2										1.65	5.35	5.35	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
		18.7	1.9	15.0	15.0	2.0	0.1	1.4	0.1										31.0	189				
		2.0	0.1	1.4	0.1	40.0	1.2	32.2	3.9	105		1.37	8.0	0.30					1.0	7.09	7.09	C ₂ -S ₁	Intrist	Ca - Na
7	Pozo	28.2	1.4	14.7	1.4	2.0	0.2	0.5	0.2												291			
		2.0	0.2	0.5	0.2	40.0	2.4	11.5	7.8	110		0.48	7.8	0.30					2.0	5.9	5.9	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca
		40.0	2.4	11.5	7.8	33.9	3.4	8.5	3.4										35.5	219				
8	Pozo	3.0	0.6	0.8	0.5	3.0	0.6	0.8	0.5										2.0	9.9	9.9	C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
		30.3	6.1	8.1	5.1	60.0	7.2	18.4	19.5	180		0.60	7.4	0.4					71.0	350				
		60.0	7.2	18.4	19.5	3.0	0.6	0.8	0.5											2.0	9.9	9.9	C ₂ -S ₁	Agresiva
9	Pozo	5	1.8	1.5	0.7	5	1.8	1.5	0.7	340		1.03	8.0	0.92					2.8	18.75	18.75	C ₃ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
		100.0	21.6	41.7	27.3	30.3	6.1	8.1	5.1										20.2	867				
		26.7	9.6	10.1	3.7	30.3	6.1	8.1	5.1											20.2	867			

ANÁLISIS DE AGUAS

VALLE DE SAN JUDAS POTOSTI

TABLA N° 3

NUM.	APROVE- CHAMEN TO	Ca		Mg		Na		K		DUREZA CaCO ₃ mg/Lt.	B mg/Lt.	RAS	PH	CE mmhos/cm	SO ₄		HCO ₃		NO ₃		Cl		CANTIDAD DE P/RIEGO	AGRES- VIDAD	FAMILIA DE AGUA			
		mg/Lt.	%	mg/Lt.	%	mg/Lt.	%	mg/Lt.	%						mg/Lt.	%	mg/Lt.	%	mg/Lt.	%	mg/Lt.	%				mg/Lt.	%	
11	Pozo	2.0	0.1	0.8	0.3	40.0	1.2	18.4	11.7	30.8	1.5	12.3	1.6	2.0	0.30	1.0	2.0	122.0	30.8	2.0	46.1	20.0	5.5	239	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca	
		30.8	1.5	12.3	1.6	2.0	1.1	1.5	0.2	40.0	1.2	18.4	11.7	30.8	1.5	12.3	1.6	2.0	122.0	30.8	2.0	46.1	20.0	5.5	239	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca
		2.0	0.1	0.8	0.3	40.0	1.2	18.4	11.7	30.8	1.5	12.3	1.6	2.0	0.30	1.0	2.0	122.0	30.8	2.0	46.1	20.0	5.5	239	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca	
12	Pozo	3.0	0.1	1.3	0.5	40.0	1.2	34.5	7.8	26.3	1.3	19.7	2.6	0.25	1.0	2.0	48.0	122.0	26.3	10.5	28.4	10.5	7.6	282	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃ SO ₄ -Cl	
		3.0	0.1	1.3	0.5	40.0	1.2	34.5	7.8	26.3	1.3	19.7	2.6	0.25	1.0	2.0	48.0	122.0	26.3	10.5	28.4	10.5	7.6	282	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃ SO ₄ -Cl	
		3.0	0.1	1.3	0.5	40.0	1.2	34.5	7.8	26.3	1.3	19.7	2.6	0.25	1.0	2.0	48.0	122.0	26.3	10.5	28.4	10.5	7.6	282	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃ SO ₄ -Cl	
13	Pozo	60.0	1.9	21.9	17.1	26.2	7.9	11.4	4.4	195		0.93	8.1	0.50				213.5	30.7	3.5	78.1	19.3	11.4	412	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃	
		26.2	7.9	11.4	4.4	195		0.93	8.1	0.50		0.93	8.1	0.50				213.5	30.7	3.5	78.1	19.3	11.4	412	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃	
		2.0	0.1	1.1	1.1	195		0.93	8.1	0.50		0.93	8.1	0.50				213.5	30.7	3.5	78.1	19.3	11.4	412	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃	
14	Pozo	56.1	2.1		7.8	2.0	0.1		1.1	135		0.95	8.0	0.26		1.0	1.6	48.0	97.6	2.0	49.7	17.1	19.4	281	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃ Cl-SO ₄	
		56.1	2.1		7.8	2.0	0.1		1.1	135		0.95	8.0	0.26		1.0	1.6	48.0	97.6	2.0	49.7	17.1	19.4	281	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃ Cl-SO ₄	
		2.0	0.1		1.1	135		0.95	8.0	0.26		0.95	8.0	0.26		1.0	1.6	48.0	97.6	2.0	49.7	17.1	19.4	281	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃ Cl-SO ₄	
15	Pozo	4.0	1.2		0.9	21.0	1.1		1.1	1.5		2.34	8.1	0.40		0.7	2.1	33.6	152.1	2.1	53.2	16.1	9.29	340	C ₂ -S ₁	Incrust.	Na - Ca HCO ₃ -Cl	
		4.0	1.2		0.9	1.5		2.34	8.1	0.40		2.34	8.1	0.40		0.7	2.1	33.6	152.1	2.1	53.2	16.1	9.29	340	C ₂ -S ₁	Incrust.	Na - Ca HCO ₃ -Cl	
		2.0	0.1		1.1	1.5		2.34	8.1	0.40		2.34	8.1	0.40		0.7	2.1	33.6	152.1	2.1	53.2	16.1	9.29	340	C ₂ -S ₁	Incrust.	Na - Ca HCO ₃ -Cl	
16	Pozo	74.0	8.4	20.7		29.7	5.6	7.2	7.2	220		0.61	7.9	0.57		84.0	152.5	14.1	20.1	2.5	71.0	16.1	12.45	446	C ₂ -S ₁	Incrust.	Na HCO ₃ Cl-SO ₄	
		74.0	8.4	20.7		29.7	5.6	7.2	7.2	220		0.61	7.9	0.57		84.0	152.5	14.1	20.1	2.5	71.0	16.1	12.45	446	C ₂ -S ₁	Incrust.	Na HCO ₃ Cl-SO ₄	
		2.5	0.1	1.9	0.2	220		0.61	7.9	0.57		0.61	7.9	0.57		84.0	152.5	14.1	20.1	2.5	71.0	16.1	12.45	446	C ₂ -S ₁	Incrust.	Na HCO ₃ Cl-SO ₄	
17	Pozo	50.0	1.2	43.7	7.8	26.3	1.1	29.0	2.1	130		1.66	8.1	0.40				145.0	33.7	3.2	36.8	16.8	9.5	411	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃	
		2.5	0.1	1.9	0.2	130		1.66	8.1	0.40		1.66	8.1	0.40				145.0	33.7	3.2	36.8	16.8	9.5	411	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃	
		2.5	0.1	1.9	0.2	130		1.66	8.1	0.40		1.66	8.1	0.40				145.0	33.7	3.2	36.8	16.8	9.5	411	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃	
18	Pozo	64.0	2.4	60.7	3.1	25.1	1.6	22.7	1.8	170		2.22	8.1	0.43		1.35	3.5	64.8	21.5	3.5	53.2	16.8	12.75	468	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃ Cl-SO ₄	
		64.0	2.4	60.7	3.1	170		2.22	8.1	0.43		2.22	8.1	0.43		1.35	3.5	64.8	21.5	3.5	53.2	16.8	12.75	468	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃ Cl-SO ₄	
		3.0	0.1	1.9	0.2	170		2.22	8.1	0.43		2.22	8.1	0.43		1.35	3.5	64.8	21.5	3.5	53.2	16.8	12.75	468	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃ Cl-SO ₄	
19	Pozo	60.1	1.2	60.7	7.8	35.7	1.2	10.7	2.4	155		4.02	7.9	0.25		48.0	134.2	11.1	26.2		35.5	11.9	8.4	307	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃ Cl-SO ₄	
		60.1	1.2	60.7	7.8	35.7	1.2	10.7	2.4	155		4.02	7.9	0.25		48.0	134.2	11.1	26.2		35.5	11.9	8.4	307	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃ Cl-SO ₄	
		3.0	0.1	1.7	0.2	155		4.02	7.9	0.25		4.02	7.9	0.25		48.0	134.2	11.1	26.2		35.5	11.9	8.4	307	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃ Cl-SO ₄	
20	Pozo	60.0	1.2	39.1	7.8	30.0	1.1	7.1	2.0	155		1.36	7.8	0.45				213.5	35.1	3.1	32.2	15.0	10.0	375	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃	
		60.0	1.2	39.1	7.8	155		1.36	7.8	0.45		1.36	7.8	0.45				213.5	35.1	3.1	32.2	15.0	10.0	375	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃	
		3.0	0.1	1.7	0.2	155		1.36	7.8	0.45		1.36	7.8	0.45				213.5	35.1	3.1	32.2	15.0	10.0	375	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca HCO ₃	

ANÁLISIS DE AGUAS

VALLE DE SAN LUIS POTRISI

TABLA N° 4

NUM.	APROVE- CHAMEN TO	Ca	Mg	NO ₃	K	DUREZA CaCO ₃	B	RAS	PH	CE	SO ₄	HCO ₃	NO ₂	Cl ⁻	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA P/RIEGO	AGRESI- VIDAD	FAMILIA DE AGUA
		mg/Li	mg/Li	mg/Li	mg/Li						mg/Li	mg/Li	mg/Li	mg/Li				
21	POZO	2.0	0.2	1.5	0.1	110		1.43	7.9	0.45	0.25	2.8		1.0	7.85	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃
		40.0	2.4	34.5	3.9						12.0	170.8		35.5	299			
		25.5	2.5	19.1	1.3						3.2	35.7		12.7				
22	NORIA	2.0	0.6	1.8	0.7	180		1.34	7.6	0.60		4.0		2.0	11.1	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na HCO ₃
		40.0	7.2	41.4	27.3							244.0		71.0	766			
		18.0	5.4	16.2	6.3							36.0		18.0				
23	POZO	2.3	0.1	1.2	0.4	120		1.09	7.8	0.30	0.5	2.4		1.0	7.9	C-S 2 1	Agresiva	Ca HCO ₃
		46.0	1.2	27.6	15.6						24.0	146.4		35.5	296			
		29.1	1.3	1.52	5.1						6.3	30.4		12.7				
24	NORIA	1.0	0.1	2.81	0.2	55		3.77	7.8	0.45		3.0		1.20	8.31	C ₂ -S ₁	Agresiva	Na HCO ₃
		20.0	1.2	64.8	7.8							183.0		42.6	319			
		12.0	1.2	33.8	2.4							36.1		14.4				
25	POZO	1.8	0.22	3.6	1.13	101.0		3.58	8.1	0.802	4.34	1.0	0.53	1.2	13.82	C-S ₁	Agresiva	Na SO ₄
		36.0	2.64	82.8	44.07						208.32	61.0	18.6	42.6	46.02			
		13.02	1.59	26.04	8.17						31.40	7.236	3.83	8.68				
26	POZO	0.9	0.14	2.29	0.13	52.0		3.18	8.3	0.352		2.4	0.12	0.9	6.88	C ₂ -S ₁	Agresiva	Na HCO ₃
		18.0	1.68	52.67	5.07							146.4	7.44	31.95	263.21			
		13.08	2.03	33.28	1.89							34.88	1.74	13.08				
27	POZO	6.7	0.11	1.75	0.27	40.5		2.75	8.1	0.271		1.9	0.1	0.85	5.68	C ₂ -S ₁	Agresiva	Na HCO ₃
		14.0	1.32	40.25	10.53							115.9	6.2	30.17	218.37			
		12.34	1.93	30.81	4.75							33.46	1.76	14.93				
28	POZO	0.7	0.07	2.1	0.25	38.5		3.38	8.2	0.298		2.1	0.08	1.1	6.4	C ₂ -S ₁	Agresiva	Na HCO ₃
		14.0	0.84	48.3	9.75							128.1	4.96	39.05	245			
		10.93	1.09	32.81	3.90							32.81	1.25	17.18				
29	POZO	0.8	0.53	1.35	0.28	66.5		1.66	8.0	0.249		1.9	0.08	.9	5.84	C ₁ -S ₁	Agresiva	Ca - Na HCO ₃
		16.0	6.36	31.05	10.92							15.9	4.91	31.95	217.14			
		13.69	9.07	23.11	4.79							32.53	1.37	15.41				
30	NORIA	1.3	0.2	2.0	0.47	75.0		2.31	8.1	0.474	2.6	1.09	0.04	0.4	8.1	C-S 2 1	Agresiva	Na SO ₄
		25.0	2.4	46.0	18.33						124.8	66.49	2.48	14.2	300.7			
		16.04	2.46	24.69	5.80						32.09	13.45	.49	4.93				

ANÁLISIS DE AGUAS

VALLE DE VILLA DE REYES

ABLA N.º 6

NUM.	APROVE- CHAMEN- TO	Ca		Mg		Na		K		DUREZA CaCO ₃	B mg/Li	RAS	PH	CE mmhos/cm	SO ₄		HCO ₃		NO ₃		Cl		TAL		CA DAO DEL AGUA P/R EGO	AGRESI- VIDAD	FAMILIA DE AGUA	
		mg/Li	%	mg/Li	%	mg/Li	%	mg/Li	%						mg/Li	%	mg/Li	%	mg/Li	%	mg/Li	%	mg/Li	%				mg/Li
1	Pozo	1.5	0.1	3.0	0.1					80.0		3.35	8.0	0.44				3.8				0.80		9.3		C ₂ -S ₁	Agresiva	Na
		30.0	1.2	69.0	3.9														21.8				23.4		364.0			
2	Manan- tial.	1.0	0.1	0.6	0.1					105.0		0.81	7.1	0.14				1.0	0.1	0.1		0.0		3.56		C ₁ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
		20.0	1.2	13.8	3.9														22.5	61.0	.2		7.1		136			
3	Pozo	2.0	0.4	1.9	1.0					120.0		1.73	8.2	0.48				3.80	0.57	2.80		0.40		10.54		C ₂ -S ₁	Incrust	Ca - Na
		40.0	4.8	43.7	39.0													4.45	36.05	5.40		3.79		429				HCO ₃
4	Pozo	3.3	0.7	3.7	0.4					200.0		2.62	7.6	0.79				4.20	0.51	32.2		8.6		16.11		C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
		66.0	8.4	85.1	15.6													11.79	26.07	3.16		4.7		604				HCO ₃ -SO ₄
5	Pozo	1.0	0.4	3.1	0.2					70.0		3.70	7.5	0.48				3.35	0.31	19.8		24.8		9.42		C ₂ -S ₁	Agresiva	Na
		20.0	4.8	71.3	7.8													11.0	213.5	3.29		7.32		377				HCO ₃
6	Pozo	1.0	0.4	2.8	6.2					70.0		3.35	7.6	0.44				3.10	0.36	22.3		24.8		8.77		C ₂ -S ₁	Agresiva	Na
		20.0	4.8	64.4	7.8													11.0	189.1	22.3		24.8		344				HCO ₃
7	Pozo	1.5	0.5	2.6	0.3					100.0		2.6	7.8	0.49				3.60	0.36	22.3		28.4		9.86		C ₂ -S ₁	Agresiva	Ca - Na
		30.0	6.0	59.8	11.7													231.8	22.3	3.65		8.11		390				HCO ₃
8	Pozo	1.5	0.6	3.1	0.2					105.0		3.02	7.6	0.54				4.40	0.17	11.1		14.2		11.08		C ₂ -S ₁	Agresiva	Na
		30.0	7.2	71.3	7.8													34.1	268.4	1.53		3.61		444				HCO ₃
9	Pozo	1.7	0.2	3.2	0.1					95.0		3.98	8.0	0.31				3.60	0.18	11.7		31.9		10.37		C ₂ -S ₁	Agresiva	Na
		34.0	2.4	73.6	3.9													24.0	219.6	1.73		8.58		401				HCO ₃
10	Pozo	1.0	0.2	3.1	0.1					50.0		4.0	8.1	0.36				3.60		1.73		0.80		8.8		C ₂ -S ₁	Agresiva	Na
		20.0	2.4	71.3	3.9													219.6		1.73		0.80		45				HCO ₃
		11.36	2.27	35.22	1.13													40.9				9.1						

ANÁLISIS DE AGUAS

VALLE DE VITIA DE REYES

TABLA N° 7

NUM.	APROVE- CHAMEN TO	Ca		Mg		K		Sulfato mg/L	B mg/L	RAS	PH	CE mmhos/cm	SO4		HCO3		NO3		Cl		TAL		CALIDAD DEL AGUA P/RIEGO	AGRES- IVIDAD	FAMILIA DE AGUA	
		mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%						mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg	mg						
11	POZO	1.5	0.	3.4	0.					3.50	8.2	0.40	0.55	3.10	0.08	1.	10.23									Na
		3.0	2.4	73.6	3.9						3.50	8.2	0.40	12.	219.6	5.5	46.1									
12	Pozo	1.66	1.95	31.28	0.97								2.44	35.19		12.70		293								Na
		1.0	0.3	3.1	1.2						3.80	8.1	0.42		3.60		1.3	9.20								Na
13	Pozo	2.	3.6	71.3	7.8								219.6		3.7											Na
		1.2	0.2	3.1	1						3.70	8.0	0.36		3.46	0.18	1.3	8.97								Na
14	Pozo	24	2.4	71.3	3.9								207.4	11.7	26.4		279									Na
		1.2	1.2	3.1	0.2						3.70	7.6	0.38		7.66	2.0	8.90									Na
15	POZO	1.0	0.2	2.97	2.12								37.5		2.76		361									Na
		11.66	3.3	33.0	1.16						3.96	7.9	0.35		11.7	1.9	8.57									Ca - Na
16	POZO	1.0	0.3	1.4	0.1								1.4	1.8	1.06		1.18									Ca - Na
		20.0	3.6	32.2	11.						1.74	7.7	0.23		11.7	16.8	221									HCO3 - Cl
17	POZO	16.18	4.85	22.65	4.85								195.2	27.1	28.4		7.81									Na
		1.5	0.3	2.8	1.3						2.95	7.8	0.38		3.20	0.46	0.80									Na
18	POZO	30.0	3.6	61.4	11.7								1.0	2.58	4.4		36									HCO3
		8.12	1.64	1.72	1.68						2.95	7.8	0.38		1.0	2.58	4.4	36								HCO3
19	POZO	2	6.4	3.1	0.1										0		0.77									Ca-Na
		43.0	2.4	7.3	3.9						2.95	7.9	0.34	24.0	213.5	23.5	35.5									HCO3
20	POZO	18.57	8.3	28.78	0.97								4.64	32.49	3.43	9.28		414								Na
		0.5	0.1	3.2	0.1						5.84	8.4	0.30	0.22	3.00		0.60								Na	
20	POZO	10.0	1.2	73.6	3.9								11.1	117.0		21.3		304								Na
		6.47	29	11.45	1.29						3.0	7.8	0.41	0.46	2.50	0.20	0.80									Na
20	POZO	1.0	0.13	2.4	0.3								22.5	52.5	12.4	28.4		7.79								Na
		20.0	3.4	55.2	11.7						3.0	7.8	0.41	6.42	14.91	2.79	11.7									Na
20	POZO	13.96	1.19	13.3	4.19												296.3									HCO3

ANÁLISIS DE AGUAS

VALLE DE VILLA DE ARISTÓN

TABLA N.º 8

NUM	APROVE CHAMFEN TO	Ca		Mg		Fe		DUREZA CaCO ₃	B	RAS	PH	CE	CO ₂		HCO ₃		NO ₃	NO ₂	FOSF.	Cl	Sulf.	FAMILIA AGRESIVA	FAMILIA AGRESIVA	
		mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%						mg/L	%	mg/L	%								mg/L
1	Noria	4.0	1.5	1.2	0.1	275	0.72	7.9	0.69	0.75	4.0	36.0	244.9	5.53	29.52	4.8	292.8	37.35	2.2	13.5	481	14.83	Incrust.	Ca-Mg-Na
		80.0	18.0	27.6	3.9	275	0.72	7.9	0.69	36.0	4.0	244.9	29.52	4.8	292.8	37.35	2.2	13.5	481	14.83	Incrust.	Ca-Mg-Na		
2	Manan- tial.	5.0	3.73	0.13	0.1	270	0.18	7.9	0.55	2.8	4.12	134.4	256.2	16.86	25.3	292.8	37.35	2.2	16.6	440	14.83	Incrust.	Ca - Na	
		33.71	25.15	2.02	0.67	270	0.18	7.9	0.55	2.8	4.12	134.4	256.2	16.86	25.3	292.8	37.35	2.2	16.6	440	14.83	Incrust.	Ca - Na	
3	Pozo	100.0	19.2	62.1	3.9	330	1.49	7.2	0.80	2.25	4.3	108.0	262.3	14.01	26.79	108.0	262.3	1.7	16.05	590	16.05	Incrust.	Ca - Na	
		30.12	9.63	16.26	0.6	330	1.49	7.2	0.80	2.25	4.3	108.0	262.3	14.01	26.79	108.0	262.3	1.7	16.05	590	16.05	Incrust.	Ca - Na	
4	Manan- tial	90.0	8.4	57.5	3.9	260	1.55	8.0	0.60	2.55	4.3	108.0	262.3	14.01	26.79	108.0	262.3	1.7	16.05	590	16.05	Incrust.	Ca - Na	
		28.03	4.36	15.57	0.62	260	1.55	8.0	0.60	2.55	4.3	108.0	262.3	14.01	26.79	108.0	262.3	1.7	16.05	590	16.05	Incrust.	Ca - Na	
5	Noria.	90.0	8.4	57.5	3.9	260	1.55	8.8	0.60	3.25	6.3	156.0	384.3	11.40	21.91	156.0	384.3	1.59	28.75	1075	28.75	Incrust.	Ca - Na	
		28.03	4.36	15.57	0.62	260	1.55	8.8	0.60	3.25	6.3	156.0	384.3	11.40	21.91	156.0	384.3	1.59	28.75	1075	28.75	Incrust.	Ca - Na	
6	Noria.	61.0	16.8	212.4	7.8	245	5.67	7.7	1.20	1.08	4.8	86.4	212.8	28.4	561	14.28	561	14.28	561	14.28	561	14.28	Incrust.	Ca - Na
		12.17	4.86	30.60	0.69	245	5.67	7.7	1.20	1.08	4.8	86.4	212.8	28.4	561	14.28	561	14.28	561	14.28	561	14.28	Incrust.	Ca - Na
7	Pozo	2.5	1.4	3.6	0.1	195	2.58	7.4	0.80	7.56	33.61	5.75	4.8	3.8	28.65	3.8	28.65	3.8	28.65	3.8	28.65	3.8	Incrust.	Ca - Na
		50.0	16.8	82.8	3.9	195	2.58	7.4	0.80	7.56	33.61	5.75	4.8	3.8	28.65	3.8	28.65	3.8	28.65	3.8	28.65	3.8	Incrust.	Ca - Na
8	Noria	4.0	2.7	7.1	0.5	335	3.88	7.5	1.20	5.75	4.8	276.0	292.8	20.06	16.75	20.06	16.75	6.5	34.6	85	34.6	Incrust.	Ca - Na	
		80.0	32.4	163.3	19.5	335	3.88	7.5	1.20	5.75	4.8	276.0	292.8	20.06	16.75	20.06	16.75	6.5	34.6	85	34.6	Incrust.	Ca - Na	
9	Noria.	4.0	3.1	9.5	0.8	355	5.04	7.8	1.50	14.45	16.47	240.0	347.7	5.0	5.7	5.0	5.7	18.78	85	34.6	85	34.6	Incrust.	Ca - Na
		80.0	37.2	216.5	31.2	355	5.04	7.8	1.50	14.45	16.47	240.0	347.7	5.0	5.7	5.0	5.7	18.78	85	34.6	85	34.6	Incrust.	Ca - Na
10	Noria.	3.5	2.1	7.6	0.6	280	4.54	7.6	1.50	4.8	6.5	230.4	396.5	17.22	23.72	17.22	23.72	8.39	1002	1002	1002	1002	Incrust.	Ca - Na
		70.0	25.2	174.8	23.4	280	4.54	7.6	1.50	4.8	6.5	230.4	396.5	17.22	23.72	17.22	23.72	8.39	1002	1002	1002	1002	Incrust.	Ca - Na

ANÁLISIS DE AGUAS

VALLÉE DE VILLA DE ARIZONA

TABLA N. 9

NUM	APROVE CHAMEN TO	Ca		Mg		Na		K		DUREZA mg/Lit.	S	RAS	PH	CE mmhos/cm	SO ₄		HCO ₃		NO ₃		Cl-		TOTAL		CALIDAD DEL AGUA P/REGO	AGRESI- VIDAD	FAMILIA DE AGUA		
		mg/Lit.	%	mg/Lit.	%	mg/Lit.	%	mg/Lit.	%						mg/Lit.	%	mg/Lit.	%	mg/Lit.	%	mg/Lit.	%	mg/Lit.	%				mg/Lit.	%
11	Pozo	100.6	8.4	16.1	3.9					265		0.41	7.3	0.50	0.8	38.1	277.9					1.7	12.9	465				Ca	
		38.76	5.13	3.1	0.7											6.2	0.2					60.3							
12	Midian finaj	2.4	2.1	3.	0.1					225		2.60	7.9	0.85	3.17	3.21					1.9	17.07	598					Na-Ca-Mg HCO ₃ SO ₄ - Cl	
		18.6	2.2	89.7	7.8											152.1	7.4					67.4							
13	Norlat	100.0	13.7	91.	1.6					305		3.24	7.5	1.60	364.7	17.2					4.5	30.94	1081					Na SO ₄ CO ₃ - Cl	
		16.16	3.68	7.7	1.2											17.78	16.81					14.54							
14	Pozo	90.0	27.2	1.5	1.5					415		2.82	7.5	1.35	3.4	4.8					4.5	27.1	942					Ca-Na-Mg HCO ₃ Cl-SO ₄	
		16.63	11.4	20.2	1.11											1.3	1.4					19.7							
15	Pozo	60.0	1.5	69.	7.8					17		2.6	7.5	0.65							1.5	1.21	501					Ca-Na HCO ₃	
		2.72	1.1	2.7	1.01												7.8					11.36							
16	Pozo	60.0	16.8	119.6	7.6					222		3.99	7.7	0.98	12.	65.0					2.0	19.3	70					Ca-Na HCO ₃ SO ₄ - Cl.	
		15.51	7.25	26.94	1.04											1.3	2.31					10.36							
17	Pozo	60.0	4.6	89.1	7.2					170		3.30	7.3	0.70	0.6	1.8					1.5	11.7						Ca-Na HCO ₃	
		20.41	2.7	26.33	1.0											4.1	9.8					54.2							
18	Pozo	60.0	22.8	133.	7.6					44		4.2	7.1	1.20	1.0	3.9					2.3	22.8						Na SO ₄	
		13.16	6.3	8.	0.2											17.4	17.16					14.42							
19	Pozo	40.0	32.3	193.2	11.7					2		5.56	8.0	1.30	1.	6.3					3.1	46.74						Na HCO ₃ Cl-SO ₄	
		7.48	1.1	1.73	1.1											1.6	1.19					1.4							
20	Pozo	4.2	2.7	2.4	1.2					9		2.21	7.4	0.80							1.4	1.							Na HCO ₃ Cl-SO ₄
		4.2	8.1	78.	7.7											1.4	1.4					1.4							

ANÁLISIS DE AGUAS

VALLE DE VILLA DE ARISTA

TABLA N° 10

NUM.	APROVE- CHAMEN TO	Ca		Mg		NO ₃		K		DUREZA CaCO ₃	S	RAS	PH	CE	SO ₄		HCO ₃		NO ₂		Cl-		TOTAL meq	CALIDAD DEL AGUA P/REGO	AGRES- VIDAD	FAMILIA DE AGUA	
		mg/Ll.	%	mg/Ll.	%	mg/Ll.	%	mg/Ll.	%						mg/Ll.	%	mg/Ll.	%	mg/Ll.	%	mg/Ll.	%					mg/Ll.
21	Pozo	2.5	0.2	3.2	0.1					135		2.75	7.5	0.69	0.2	3.5						2.2	11.9	C ₂ -S ₁	Agresiva.	Ca - Na	
		50.0	2.4	73.6	3.9			96.0	213.5			78.1											431				
		21.0	1.68	26.89	0.84			1.68	29.41			18.49															
22	Pozo	2.0	0.5	2.8	0.2					125		2.05	7.9	0.53	0.83	3.0						1.7	11.03	C ₂ -S ₁	Incrust.	Ca - Na	
		40.0	6.0	64.4	7.8			39.8	183.0			60.3											401				
		18.13	4.53	25.30	1.81			7.52	27.20			15.41															
23	Fozo	4.5	0.8	3.6	0.3					126.5		2.21	7.8	0.90	2.0	4.5						2.3	18.0	C ₃ -S ₁	Incrust.	Ca - Na	
		90.	9.6	82.8	11.7			96.0	274.5			81.6											646				
		25.0	4.44	20.0	1.67			11.11	25.0			12.78															
24	Pozo	2.3	1.8	5.8	0.4					205		4.05	7.9	1.05	3.8	3.2						4.8	22.1	C ₃ -S ₁	Incrust.	Ca - Na	
		46.0	21.6	133.4	15.6			182.4	195.2			171.1															711
		10.41	8.14	26.24	1.81			17.19	14.48			21.72															

A P E N D I C E

Las siguientes notas fueron sacadas del libro - Hidrogeología de S.N. Davis - R. de Wiest. Se anexan para que al tener a la mano esta información, se recuerde el origen, comportamiento y cantidades más comunes de los principales iones presentes en las aguas subterráneas y se pueda tener un punto de referencia al evaluar los datos que se manejan en este escrito.

C A L C I O .

El contenido de calcio que representan las aguas subterráneas, se debe principalmente a la disolución de la calcita, aragónito, dolmita, anhidrita y del yeso. La descomposición meteórica de los feldespatos, anfíboles y piróxenos contenidos en las rocas ígneas y metamórficas, también proporcionan cantidades significativas de calcio. Es un ión de gran movilidad en la hidrósfera y por lo mismo es de los iones más frecuentes. La solubilidad del carbonato de calcio está en función de la abundancia del ión hidrógeno y éste proviene principalmente de la disociación del ácido carbónico. El agua de lluvia -- arrastra CO_2 contenido en la atmósfera y en el aire de los suelos, formando de esta manera el ácido carbónico, este se disocia en los iones hidrógeno y bicarbonato, el cual a su vez se disocia en carbonato e hidrógeno. El hidrógeno liberado se combina con el carbonato de calcio para formar iones bicarbonato y liberar el calcio.

Como se anota, el exceso de bióxido de carbono es el que desencadena todas estas reacciones. El PH también es un factor determinante, según se expone en el apartado de bicarbonatos.

La presencia de sales de sodio y potasio aumenta la solubilidad del carbonato de calcio. El agua superficial que posee un porcentaje de sólidos disueltos moderado, puede -- llegar a contener 40 ó 50 p.p.m. de calcio disuelto. Como el -- agua subterránea aprovecha el bióxido de carbono del suelo, y -- este es 10 a 100 veces mayor que la concentración en la atmósfera, esta agua puede contener fácilmente 100 p.p.m. o más de calcio.

En una agua saturada de yeso pueden existir -- concentraciones de calcio de hasta 600 p.p.m. y se sabe que con -- centraciones de calcio superiores a 50,000 p.p.m. La concentra

ción de calcio en aguas subterráneas potables normales, fluctúa entre 10 y 100 p.p.m. y se sabe que concentraciones de 1000 p.p.m. son totalmente inocuas para la salud.

La evidencia más directa de la presencia de calcio en las aguas, en su tendencia a reaccionar con el jabón, dando un precipitado llamado jabón cortado. Los iones de magnesio, hierro, manganeso, cobre, bario y zinc, producen también este efecto. Al poder neutralizante de estos iones sobre el jabón se llama dureza. Pero solo el calcio y el magnesio se presentan en cantidades significativas, pero la dureza se suele expresar en forma de peso del carbonato de calcio, pues es el responsable de la dureza medida de las aguas.

M A G N E S I O .

La fuente más común del Magnesio en la hidrosfera, lo constituye la Diátomita que se encuentra en las rocas sedimentarias, por el olivino, la hornblenda, la biotita y la augita, que se encuentran en las rocas ígneas, y por la serpentina, el talco, el deópsido y la tremolita, de las rocas metamórficas, además de la mayor parte de las calcitas contienen también algo de magnesio, de tal forma que una disolución de roca caliza, puede proporcionar al mismo tiempo grandes cantidades de Calcio y Magnesio.

Tanto el sulfato como el cloruro de magnesio son muy solubles, por que varios miles de partes por millón de magnesio pueden mantenerse en equilibrio con el cloruro y el sulfato. El magnesio se encuentra generalmente en las aguas naturales, en menor concentración que el calcio.

Algunas aguas procedentes de rocas ricas en magnesio, tales como el basalto de olivino, la serpentina y la dolomita pueden también llegar a contener dos o tres veces más magnesio que calcio. Las concentraciones más comunes de magnesio varían entre 1 - 40 p.p.m. Excepcionalmente pueden encontrarse

se cantidades muy bajas de calcio y magnesio; esto suele ocurrir en aguas que han sufrido un proceso de ablandamiento natural debido a fenómenos de intercambio catiónico. Las arcillas cambian frecuentemente iones de sodio, por iones de calcio y magnesio.

S O D I O.

El origen primordial de la mayor parte del Sodio de las aguas naturales, se debe a la liberación de productos solubles que tienen lugar durante la descomposición meteorica de los fedespatos del grupo de la plagioclása.

Las nefelinas, la sodalita, la atilbita, la natrolita, la vadeita, la arfuedsomita, la glauconita y la egirita, son fuentes naturales de Sodio en las aguas, aunque de menor importancia que las anteriores. Estos minerales se localizan en masas abundantes en algunas rocas ígneas y metamórficas, pero son cuantitativamente menos importantes que los fedespatos.

Las sales del sodio son solubles y raramente precipitan sus disoluciones, a menos que hayan alcanzado una concentración de varios miles de p.p.m. El punto de saturación del nitrato de sodio es casi el doble que el cloruro de sodio. El bicarbonato de sodio, es del orden de una tercera parte del correspondiente al cloruro sódico.

Las concentraciones naturales de sodio, varían en las aguas dentro de una amplia gama que puede extenderse desde 0.2 p.p.m. en las aguas de lluvia y nieve, y hasta 100,000 p.p.m. en las salmueras que están en contacto con las formaciones salinas.

Las zonas de rocas ígneas y metamórficas, que se encuentran en zonas de alta y moderada pluviosidad, tienen-

aguas cuyo contenido en sodio pueden variar entre 5 y 20 p.p.m.

P O T A S I O .

Las fuentes comunes de potasio de las aguas, suelen estar constituidas por los productos que se forman en la descomposición meteórica de las ortoclásas, microlinas, biotitas leucitas y nefelinas de las rocas ígneas y metamórficas.

Las aguas subterráneas que percolan en el interior de depósitos de evaporitas. Pueden llegar a contener grandes cantidades de potasio como resultado de la disolución de la Silvina y el nitrato potásico. Aunque la cantidad de potasio que se encuentra en la Tierra es aproximadamente igual a la del sodio. el potasio generalmente se encuentra en las aguas naturales en una proporción 10 veces menor que la del sodio.

La baja movilidad relativa del potasio, se debe en primer lugar al hecho de que el potasio, cuando es liberado en los procesos de descomposición meteórica de los minerales, se introduce en la estructura de algunas arcillas donde queda fijado. En segundo lugar, se debe al hecho de la mayor resistencia que presentan muchos minerales potásicos frente a los fenómenos de descomposición meteórica de los minerales de sodio. La mayor parte de las aguas subterráneas potables, contienen menos de 10 p.p.m. oscilando, por lo general entre 1.0 y 5.0 p.p.m.

Una característica interesante del potasio es que en menor cantidad de STD, el contenido de potasio relativo aumenta y viceversa.

C L O R O

La sodalita y el apatito son los minerales frecuentes en las rocas ígneas y metamórficas, que contienen -

cloruros como constituyentes volcánicos, pueden contener cantidades importantes de cloruros, las intrusiones líquidas que -- aparecen en las rocas y minerales de las formaciones ígneas, -- son también otra fuente natural de cloruros, se cree no obstante, que todas las fuentes hasta aquí mencionadas, no serían suficientes para justificar la cantidad de cloruros que han acumulado los océanos.

Es probable que la pequeña, pero más o menos constante, aportación de cloruros provenientes de las emanaciones gaseosas volcánicas, pueda llegar a justificar la mayor -- parte de cloruros en el agua de mar.

La mayor parte del cloruro que se encuentra -- en las aguas subterráneas, suele proceder de las 4 fuentes siguientes:

1.- El agua marina de sedimentación atrapada en el interior de los sedimentos.

2.- De la disolución de la sal común y de los minerales afines que existen en las formaciones de evaporitas.

3.- De la concentración, por evaporación de los cloruros existentes de agua, de lluvia y nieve.

4.- De la disolución de las partículas de material sólido existentes en la atmósfera, especialmente en las regiones áridas.

Todas las sales cloruradas, son altamente solubles tanto es así, que los cloruros muy raramente se separan del agua por simple precipitación, excepto cuando ocurren circunstancias especiales, tales como una evaporización intensa o una congelación.

El ión cloruro es además insensible a los efectos de intercambios iónicos, de absorción y actividad biológica, cuando el agua contiene iones cloruro, es muy difícil -- que estos lleguen a ser movilizados por medio de los procesos naturales.

Las concentraciones de cloruro, presente en las aguas naturales pueden variar entre 0.1 p.p.m. en el caso del agua de nieve de las regiones naturales, y 150,000 p.p.m. en las salmueras, en los Continentes, el agua de lluvia y nieve puede llegar a contener cantidades variables de cloruro, -- comprendidas entre 1 y 3 p.p.m. aunque el promedio es probablemente inferior a 1, en las aguas subterráneas de las regiones áridas, son frecuentes las concentraciones en ión cloruro superiores a 1000 p.p.m.

S U L F A T O

Los sulfatos realizan su ciclo principalmente a través de la atmósfera y de la disolución de los minerales sulfatados presentes en las rocas sedimentarias.

Las rocas sedimentarias, principalmente las arcillas orgánicas, pueden proporcionar grandes cantidades de sulfato mediante la oxidación de la marcasita y la piritita.

Todas las precipitaciones atmosféricas contienen sulfatos que, aunque en concentraciones inferiores a 2 p.p.m., constituye uno de los mayores componentes del total de STD en las aguas de lluvia y nieve.

El sulfuro de la atmósfera procede de las partículas de polvo, compuestas por minerales del grupo de los sulfatos, de la oxidación del dióxido de azufre y de la oxidación del sulfuro de hidrógeno gaseoso.

El sulfuro de hidrógeno que se encuentra en la atmósfera, proviene de la descomposición de materia orgánica y de las emanaciones volcánicas de la reducción bacteriana de la materia orgánica que se acumula en las llanuras pantanosas. La combustión de carbón y petróleo, de las fundiciones minerales, por ésta razón, las precipitaciones que se producen --

cerca de estos focos, contienen por lo general un alto índice de sulfato.

En la naturaleza pueden encontrarse aguas con concentraciones de sulfato que van desde menos de 0.2 p.p.m.-- hasta más de 100,000 p.p.m. Las concentraciones más bajas, se encuentran en la nieve y agua de lluvia y en las aguas del sub suelo sometidas a reducción de los sulfatos. Las concentraciones más altas se encuentran en las salmueras de sulfato de magnesio (yesos), las aguas subterráneas contenidas en las rocas ígneas y metamórficas o en los sedimentos de ellos derivados, contienen menos de 100 p.p.m. de sulfato, pudiendo contener incluso menos de 1 p.p.m., cuando las bacterias sulfatorreductoras permanecen activas en el interior de los suelos, a través de los cuales percola el agua de la recarga, antes de llegar a los acuíferos.

CARBONATOS Y BICARBONATOS.

La alcalinidad de las aguas es debida casi exclusivamente a la presencia de los iones carbonato y bicarbonato. El PH es un informador natural de la presencia de estos iones y de las moléculas de ácido carbónico; pues se sabe que la presencia de unos u otros están íntimamente relacionados con el valor del PH.

Valores PH de: 0 _____ 4.5 _____ 8.2 _____ 9

Favorecen la presencia de: H_2CO_3 HCO_3 CO_3

De éstos los valores menores de 4.5, o mayores de 8.2 son raros en las aguas subterráneas. Para valores de PH superiores a 9 los hidróxidos el fierro y los silicatos pueden tener cierta influencia sobre la alcalinidad de las aguas. El fosfato afecta la alcalinidad en valores normales de PH, pero este normalmente se presenta en cantidades insignificantes, en

comparación con las concentraciones de carbonato y bicarbonato. Sin embargo, si existe una fuerte influencia urbana, los desechos humanos podrían crear anomalías en fosfato sobre todo en acuíferos libres de cuencas endorreicas.

La mayoría de los iones carbonato y bicarbonato de las aguas subterráneas provienen del dióxido de carbono de la atmósfera, del aire de los suelos y de la disolución de rocas carbonatadas. La diagénesis de los compuestos orgánicos suele ser también una fuente importante de estos iones.

Las aguas subterráneas generalmente contienen más de 10 p.p.m. de bicarbonato, pero menos de 800 p.p.m. a menos que se trate de aguas de origen geotérmico. Las concentraciones más frecuentes suelen estar entre 50 y 400 p.p.m. Aunque pueden concentrarse por efecto de evaporación. Sin embargo, si las aguas contienen calcio en exceso, el bicarbonato se elimina precipitándose como carbonato de calcio.

N I T R A T O S .

Aunque las rocas ígneas contienen pequeñas -- cantidades de nitrato soluble, o de amoniacos, la mayor parte del ión nitrato presente en las aguas naturales tienen un origen orgánico o procede de elementos químicos de origen agrícola o industrial. Los óxidos nítricos producidos por las descargas eléctricas de la atmósfera, constituyen una fuente de nitratos, aunque de importancia menor.

Los nitratos son tan altamente solubles, que únicamente pueden ser movilizadas de las aguas naturales, a través de las actividades orgánicas o mediante los procesos de evaporación.

Las concentraciones más frecuentes de los nitratos, oscilan entre unos valores mínimos de 0.1 y 0.3 p.p.m. En el caso de las aguas de lluvia, hasta un máximo de unos 600 p.p.m., en el caso de aguas subterráneas que han atravesado zo-

nas donde se utilizan en abundancia los abonos nitrogenados o zonas en donde existen acumulaciones de estiércol y demás.

B I B L I O G R A F I A

- Aranda Gómez, J.J. y Labarthe, G., Estudio Geológico de la Hoja - Villa Hidalgo, S.L.P. Instituto de Geología y Metalurgia de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 53. 1977.
- Castany, G. Tratado Práctico de las Aguas Subterráneas. - Paris, Dunod. 1963.
- Cliff Ollier. Volcanoes the Mit Press Cambridge. Massachusetts and London, England. 1976.
- Custodio, E. y Llamas, M.R., Hidrología Subterránea. Ed. Omega. - Barcelona. 1976.
- Dirección de Estudios del Territorio Nacional, Hoja San Luis Potosí (F-14-4). Aguas Subterráneas. Esc. 1:250.000. 1978.
- González Bonorino Felix., Introducción a la Geoquímica. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico. Ed. 2a. 1982.
- Kevin Burke., Intracontinental Rifts and Alauco gens. 1976.
- Labarthe, G. y Tristán, M., Cartografía geológica Hoja San Luis Potosí. Instituto de Geología y Metalurgia de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 59. 1978.
- , Cartografía geológica Hoja Ahualulco, - San Luis Potosí. Instituto de Geología y Metalurgia de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 70. 1981.
- Medina Rivero, F., Carta Hidrológica de Villa Hidalgo, S.L.P. - Instituto de Geología y Metalurgia de la -

U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 7. 1962.

Medina Rivero, F., Geohidrología de la Zona Mexquitic - Ahualulco, S.L.P. 1962. Inédito.

----- Acerca del Drenaje Subterráneo al NE. de la Cuenca de San Luis Potosí. Instituto de Geología y Metalurgia de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 34. 1972.

----- Una solución al problema del agua en San Luis Potosí. Instituto de Geología y Metalurgia de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 41. 1974.

----- Aguas Subterráneas Termales bajo la Cuenca de San Luis Potosí, S.L.P. Instituto de Geología y Metalurgia de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 47. 1976.

----- Estudio Geohidrológico de la Región Norte y Noreste de la Cuenca de San Luis Potosí, S.L.P. Instituto de Geología y Metalurgia de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 60. 1978.

Medina Rivero, F., y Villalobos, C.I., Carta Hidrológica Provisional de la Cuenca de San Luis Potosí, S.L.P. - Instituto de Investigación de Zonas Desertificas. U.A.S.L.P. 1961.

Sn. Davis y R de Wiest., Hidrogeología. Ed. Ariel. Barcelona. 1971.

Stretta, J.P.E. y Del Arenal, R., Carta Hidrogeoquímica de los Valles de San Luis Potosí y Villa de Reyes. 1960.

-----, Geoquímica y Radioactividad de las Aguas de Lourdes, Mpio. Santa María del -

Río, S.L.P. 1960.

Tristán, M. y Labarthe, G., Cartografía Geológica, Hoja Tepetate, S.L.P. Instituto de Geología y Metalurgia - de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 66. - 1979.

Vicente Araña Saavedra y Jose López, R., Volcanismo. Colegio Universitario de Ediciones Istmo. 1974.

Villalobos, C.I., El probable gran Acuífero Gogorrón. Mpio. Villa de Reyes, S.L.P. - Taboada, Gto. Instituto de Geología y Metalurgia de la U.A.S.L.P. Folleto Técnico N° 22. 1969.

V.E. Jain., Geotéctonica General. Ed. Mir. Moscu. 1980.

Zárate Muñoz, J.C., Cartografía Geológica. Hoja Villa de Arista, S.L.P. 1977.

DE SAN LUIS POTOSI

VALLE DE SAN LUIS POTOSI

NIVELES PIZOMETRICOS

CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS				1971			1972							1973	1974	1975		1976	1977										
POZO No	PROFUNDIDAD DEL POZO (m)	ELEVACION PRINCIPAL S. N. S. N.	P.N.E. E.N.E.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	ABR.	JUL.	MAR.	ENE.	FEB.	ABR.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.
1-B	250.00	1858	P.N.E. E.N.E.																								113.8	113.6	113.5
3-B	11.00	1933	P.N.E. E.N.E.																								1744.2	1744.4	1744.5
4-B	8.50	1903	P.N.E. E.N.E.																								6.3	6.3	6.3
5-B	9.00	1895	P.N.E. E.N.E.																								1926.7	1926.7	1926.7
6-B	10.00	1875	P.N.E. E.N.E.																								7.1	7.2	7.2
7-B	9.50	1902	P.N.E. E.N.E.																								1895.9	1895.8	1895.8
8-B	7.20	1863	P.N.E. E.N.E.																								7.2	7.2	7.2
9-B	106.00	1820	P.N.E. E.N.E.																								1887.8	1887.8	1887.8
10-B	42.00	1830	P.N.E. E.N.E.																								8.7	8.5	8.5
11-B	35.00	1847	P.N.E. E.N.E.																								1866.3	1866.3	1866.5
12-B	36.50	1836	P.N.E. E.N.E.																								5.8	6.1	6.1
13-B	14.15	1990	P.N.E. E.N.E.																								1896.2	1895.9	1895.9
16-B	16.00	1961	P.N.E. E.N.E.																								4.2	4.5	4.5
17-B	18.00	1965	P.N.E. E.N.E.																								1858.8	1858.8	1858.5
18-B	24.00	1920	P.N.E. E.N.E.																								58.2	57.6	57.6
19-B	40.00	1845	P.N.E. E.N.E.																								1761.1	1762.4	1762.4
21-B	42.00	1845	P.N.E. E.N.E.																								40.2	40.2	39.8
22-B	65.00	1848	P.N.E. E.N.E.																								1789.8	1789.8	1790.1
23-B	4.00	1849	P.N.E. E.N.E.																								1790.1	1790.5	1790.5
24-B	6.00	1848	P.N.E. E.N.E.																								22.8	22.7	21.9
																											1824.1	1824.3	1825.1
																											28.6	28.3	28.3
																											1807.4	1807.7	1807.7
																											8.3	8.4	8.4
																											1981.7	1981.6	1981.6
																											12.3	11.8	11.8
																											1946.7	1949.0	1949.0
																											15.9	16.2	15.5
																											1949.0	1948.7	1949.5
																											17.9	17.6	17.6
																											1902.1	1902.4	1902.4
																											36.8	37.6	37.6
																											1808.2	1807.4	1807.4
																											39.1	39.0	39.0
																											1805.9	1605.0	1605.0
																											20.5	20.4	20.4
																											1827.5	1827.6	1827.6
																											1.7	1.7	1.7
																											1847.3	1847.3	1847.3
																											5.2	5.3	5.3
																											1842.8	1842.7	1842.7

VALLE DE SAN LUIS POTOSI

NIVELES PIZOMETRICOS

CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS			1971			1972							1973	1974	1975		1976	1977												
POZO No	PROFUNDIDAD DEL POZO (m)	ELEVACION PROGAL P.S.S.M.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	ABR.	JUL.	MAR.	ENE.	FEB.	ABR.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.		
353		1842	P.N.E.																						17.					
			E.N.E.																					1825						
355		1841.36	P.N.E.				77.6			69.1	69.1					76.	69.3	74.2		72.1			82.3		79.4		86.2	81.9		
			E.N.E.				1763.7			1772.2	1772.2					1765.4	1772.	1767.2		1769.2			1759.		1761.9		1755.2	1759.4		
357		1839.72	P.N.E.	33.2		33.6	32.	32.	31.8				34.3		33.5	33.8	34.5		32.8				20.	26.8	26.3		25.3	28.6		
			E.N.E.	1806.5		1806	1807	1807.7	1807.8				1805.4		1806.2	1805.8	1805.2		1806.9				1819.7	1812.9	1813.4		1814.3	1816.1		
358	60.00	1839.34	P.N.E.				29.5	28.9		31.4													22	22.	22.2		23.3	22.7		
			E.N.E.				1809.9	1810.4		1807.9													1817.3	1817.3	1817.1		1816.	1816.7		
359-A		1840.	P.N.E.																							91.		84.9		
			E.N.E.																							1849.3		1755.		
361		1838.	P.N.E.																							22.		22.2		
			E.N.E.																							1816.		1815.8		
363		1841.64	P.N.E.								28	29.1			27.1	28.7		28.2	27.9				25.7	22.6	22.3	22.6		22.	21.	
			E.N.E.								1813.6	1812.5			1814.5	1812.9		1813.6	1813.7				1815.9	1819	1819.3	1819.		1819.6	1819.9	
364		1846.45	P.N.E.	25.8		25.6	25.9	28.7	25.9	25.9			26.	26.2	25.8	25.6	26.	25.3	25.8	25.5	25.2	25.6		19.7	18.7	19.1		18.		
			E.N.E.	1820.6		1820.8	1820.6	1817.7	1820.5	1820.6			1820.4	1820.2	1820.3	1820.8	1820.4	1821.1	1820.6	1820.9	1821.2	1820.8		1621.5	1826.7	1827.7	1827.3		1827.8	
368		1847.22	P.N.E.	26.		25.8	25.9	25.9	26.0				26.		31.4															
			E.N.E.	1821.2		1821.3	1821.3	1821.3	1821.2				1821.1		1815.4															
368-A	100.00	1846.	P.N.E.																								24.5	24.2	23.9	
			E.N.E.																							1821.4	1821.7	1822.		
370		1845.33	P.N.E.	29.9			27.4	28.2				27.2		28.		27.5	27.3		26.8	26.8			26.	27.4	25.2	25.8		25.7	24.8	
			E.N.E.	1815.4			1817.5	1817.1				1818.1		1817.3		1817.8	1817.5		1818.5	1818.5			1819.3	1817.9	1820	1819.5		1819.6	1820.5	
371	200.00	1842.	P.N.E.																							129.8	130.1			
			E.N.E.																							1712.2	1711.8			
373		1838.	P.N.E.																								25.7			
			E.N.E.																							1812.3				
374	44.00	1838.32	P.N.E.	29.6			29.7	30.				29.3		28.8						30.4			29.6	27.3	22.	25.7		25.5	25.7	
			E.N.E.	1808.7			1808.6	1808.3				1809.		1809.5						1807.9			1808.7	1811.	1816.3	1812.6		1812.8	1812.6	
380		1835.45	P.N.E.	69.7		69.9	69.8	70.2	69			69.8	70.2	68.9	70.3												73.6	74.4	75.2	
			E.N.E.	1765.7		1765.6	1765.6	1765.3	1766.4			1765.6	1765.3	1766.5	1765.1												1761.8	1761.	1760.3	
382		1835.	P.N.E.																								72.9	72.3	72.2	
			E.N.E.																								1762.1	1762.6	1762.8	
385	150.00	1835.04	P.N.E.	35.			34.5	32.8	34.8	32.8	32.8		34.4	32.5		34.8	34.6	34.6	34.3	33.8			33.5	35	34.3	36.2		31.1	31.2	
			E.N.E.	1800.			1800.5	1802.	1800.2	1802.2	1802.2		1800.6	1802.5		1800.2	1800.4	1800.4	1800.7	1801.2			1801.5	1800	1800.7	1798.8		1603.9	1803.8	
385-A	300.00	1837.	P.N.E.																										93.5	
			E.N.E.																										1743.5	
386		1835.09	P.N.E.	31.3			30.6	31.6	31.1	35.6	35.6		37.9			71.4							74.3	76	75.2	77.8		76.2	76.	
			E.N.E.	1803.7			1804.2	1803.5	1803.5	1799.4	1799.4		1797.2			1762.7							1760.8	1759	1759.9	1757.2		1758.9	1759.	
387		1838.53	P.N.E.		58.9	56.7	54.7	56.5	57.3	50.4	74.3		74.3	78.9			69.4	67.8	62.5	53.3			40.1	74	73.1	73.7		71.5	74.9	
			E.N.E.		1799.4	1781.6	1783.6	1782.	1781.2	1788.1	1764.2		1764.2	1759.6			1769.	1770	1776.	1785.2			1798.4	1764.5	1765.4	1764.8		1765.	1763.6	

VALLE DE SAN LUIS POTOSI

NIVELES PIZOMETRICOS

CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS			1971			1972						1973	1974	1975		1976	1977																						
POZO No	PROFUNDIDAD DEL POZO (m)	ELEVACION PRECAL E.N.E.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	ABR.	JUL.	MAR.	ENE.	FEB.	ABR.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.											
388	26	1830.48		54.8	62.1	54.8	54.7	55.4	54.5		55.3																												
				1775.6	1768.1	1775.8	1775.1	1774.4	1775.9		1775.1																												
390		1827.64				63.1	63.4	63.2			62.8	62.8	61.9	63.9	61.2	61.7	63.4	63.6	63.3				63.4	64.8	65.8	65.2		64.6	64.8										
						1764.1	1764.1	1764.4			1764.7	1764.7	1765.1	1763.1	1766.8	1766.8	1764.4	1764.4	1764.3				1764.2	1762.7	1761.7	1762.4		1762.9	1762.8										
391		1879.																						24.8	24.4	23.9		23.3	23.0										
																							1854.1	1854.1	1855.0		1855.6	1855.9											
393	123	1852.53		88.3	88.3	88.9	88.6	88.6			86.6	87.6	85.3	89.1	86.2	88.1							89.6		91.4	91.4		91.1	91.2										
				1764.1	1764.1	1763.4	1763.9	1764.4			1765.8	1764.9	1767.1	1763.4	1766.2	1764.4							1764.1		1762.9		1761.0	1761.0	1761.4	1761.3									
394		1840.35					77.0	77.1					71.1	77.7	75.1	75.0											79.7	79.8	79.4	79.6									
							1763.3	1763.2					1769.3	1762.6	1765.2	1765.4											1760.6	1760.6	1760.9	1760.8									
394	23.60	1835.44																								20.9	21.0		20.9										
																										1814.2	1814.0		1814.1										
395		1845.44																										86.7	84.8	84.7									
																												1758.3	1760.2	1760.3									
395-A		1837.00																										60.7		61.5									
																												1776.3		1775.5									
395-B	23.60	1836.00																										16.0	21.0	16.3									
																												1820.0		1815.0	1819.7								
395-C		1838.00																												20.0									
																														1818.0									
396		1844.27		80.8	80.3	80.2	80.6	80.5		80.9	79.7	79.4	78.7	80.9	77.9	80.1	81.0	80.8	80.6									82.9		83.4	86.7	87.0	84.2						
				1763.4	1763.9	1764.4	1763.1	1763.7		1763.3	1764.6	1764.8	1766.6	1763.1	1766.4	1764.2	1763.1	1763.1	1764.1									1761.3	1760.9	1758.5	1757.2	1700.1							
396-A	217.00	1848.00																													88.9								
																															1759.1								
397	150.00	1845.68		84.1		84.2	84.8	84.2	82.5	83.3	84.5		84.1	82.7	81.0	85.1	82.7														87.1	87.0							
				1761.6		1761.5	1780.9	1761.1	1763.1	1762.1	1761.1		1761.1	1782.9	1764.1	1700.1	1762.9														1758.4	1758.4							
398	170.00	1851.55		89.8		90.3	80.8	90.3	90.6	89.1	90.2	88.0	90.1	88.6	86.5	87.8	88.2	91.0	91.0	90.3									98.1		93.0	93.5	93.4	93.5	93.5				
				1761.8		1761.1	1761.1	1761.1	1762.4	1761.1	1763.1	1761.4	1762.9	1765.1	1763.1	1760.1	1760.1	1760.1	1760.1	1760.1	1761.3									1753.4	1758.6	1758.1	1758.2	1758.1	1758.1				
399	150.00	1858.05		98.8		97.0	97.1	96.6	96.9	92.3	96.4	94.3	96.4	94.8	92.8	94.0	94.4	95.4	96.9	96.6									85.8	104.0	99.4	99.7	99.6	99.9	99.8				
				1759.2		1761.0	1760.9	1761.1	1761.1	1765.8	1761.1	1763.8	1762.1	1763.1	1765.1	1764.1	1763.8	1762.1	1761.1	1762.1										1772.3	1754.1	1758.7	1758.4	1758.4	1758.1	1758.1			
402	130.00	1844.88			83.4		84.1	83.5	83.8	82.7				82.0	84.1	82.8	83.1												85.4		94.9		93.2		88.6	89.0			
					1761.5		1760.1	1761.4	1761.0	1762.2				1762.1	1760.1	1762.1	1762.1													1759.1		1749.9		1751.7		1758.3		1755.9	
403		1844.00																																	38.2	38.1			
																																		1805.8	1805.9				
404		1848.10					87.7	88.4																											94.3				
							1760.4	1759.7																										1753.8					
406		1854.42						93.7						93.4	90.8	87.7																			94.2				
								1760.7						1761.0	1763.6	1766.7																			1760.2		1757.4		
407	200.00	1856.25					85.9	97.4	96.3	96.3	96.8			93.9	97.8	84.2	94.3																		93.0	101.7	102.0	102.0	
							1770.3	1758.9	1759.9	1760.1	1759.9	1760.4			1762.4	1758.4	1772.1	1761.9																		1763.2	1754.6	1754.2	1752.2

VALLE DE SAN LUIS POTOSI

NIVELES PIZOMETRICOS

CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS			1971			1972					1973			1974	1975		1976	1977												
POZO No	PROFUNDIDAD DEL POZO (m)	ELEVACION PROYAL S. S. S. P.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	ABR.	JUL.	MAR.	ENE.	FEB.	ABR.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.		
442		1848.00	P.N.E. E.N.E.																						86.0 1761.0	86.7 1761.0		88.4 1761.0	86.3 1761.0	
443	8.00	1867.84	P.N.E. E.N.E.								4.6	5.1	4.7	5.0	6.0	5.5	6.1	6.0	5.6	7.7			12.0	4.6	5.0	6.0		5.0	5.8	
445	15.00	1862.00	P.N.E. E.N.E.								1863.2	862.8	863.2	862.9	861.9	862.2	861.2	862	1862.6	1862.7	1862.7			1863.0	1863.0	1863.0	1863.0	1862.0	1862.0	
447	115.00	1868.93	P.N.E. E.N.E.	112.7		109.3	108.0	109.1	109.7		97.8		109.1	109.9	109.3	107.1		110.2	108.6			111.2	113.0	111.4	114.2			111.6		
449		1849.00	P.N.E. E.N.E.								1771.4		1759.8	1759.0	1759.0	1761.6		1768.7	1780.0			1757.0	1765.0	1757.6	1754.7			1757.6		
450	150.00	1853.55	P.N.E. E.N.E.	95.1		95.0	94.3	94.1	94.1		94.4		92.5	92.5	92.3	91.9		95.1	95.3	95.6								103.0	99.5	
458	10.00	1864.98	P.N.E. E.N.E.								1759.2		1761.0	1761.2	1761.2	1761.0		1758.0	1758.0	1758.0									1750.3	1752.6
459	8.00	1861.41	P.N.E. E.N.E.				4.5	4.2	4.4	4.3	7.9	4.9	4.3	4.2	4.4	4.5	4.3	4.3	3.8	5.4			8.5	4.3	4.3	4.4		4.5	4.1	
460	8.00	1856.08	P.N.E. E.N.E.	4.1		6.5	6.7	6.3	6.4	6.4	6.3	6.1	6.7	6.4	6.5	6.8	6.2	6.8	7.6	6.3	7.1			7.0	5.0	5.4	5.1		5.8	6.0
461	8.00	1855.39	P.N.E. E.N.E.	6.9		6.9	6.9	6.9	6.8		7.0	6.7	7.2	6.7	6.5	6.9	6.5	6.9	6.7	6.3	7.1			7.5	6.0	6.0	5.6		6.0	5.6
462	10.00	1854.91	P.N.E. E.N.E.				6.6	6.7	6.6	6.6	7.3	6.6	6.3	6.9	6.7	6.9	6.5	6.7	6.9	6.3	8.2			8.5	6.0	4.9	6.6		5.9	5.7
463	180.00	1846.55	P.N.E. E.N.E.				85.8	85.1	85.6		85.3	83.3	85.6	85.1	85.9	84.9	85.7		86.4			84.2		89.7	90.5			80.2	80.3	
464	160.00	1840.18	P.N.E. E.N.E.	79.8			77.6	76.7	77.6		76.7		76.2	79.6	78.1	78.9	79.9		78.9			1752.3		1758.9	1758.9			1756.3	1756.3	
465	225.00	1842.57	P.N.E. E.N.E.				88.5	81.5	80.6					87.9	89.2	88.4	86.6		1761.0			1761.0	1759.6	1742.0	1758.0	1757.6		1757.0	1757.3	
465-A	160.00	1849.00	P.N.E. E.N.E.				1754.1	1761.1	1761.0					1754.7	1755.0	1754.0	1756.1											1752.0		
466	180.00	1862.03	P.N.E. E.N.E.				100.0	100.7	99.2				100.0	102.7	100.3		100.0								105.0	104.1	104.3		104.4	104.6
466-A		1853.00	P.N.E. E.N.E.				1761.0	1761.0	1762.0				1761.0	1759.0	1761.0		1762.0								1758.0	1767.0	1757.0		1757.0	1757.0
467	80.00	1842.45	P.N.E. E.N.E.				34.4	34.6	34.2		34.3	36.9	35.9		36.5	33.8	35.2	34.0		34.8			36.6		37.0	36.9		32.0	32.1	
472		1855.00	P.N.E. E.N.E.				1808.0	1807.0	1808.0		1808.0	1805.6	1808.6		1803.0	1808.0	1809.0	1808.0		1807.7			1806.6		1805.0	1805.0		1809.0	1810.0	
478	32.00	1842.00	P.N.E. E.N.E.																									21.2	22.0	
																												1618.0	1819.0	

VALLE DE SAN LUIS POTOSI

NIVELES PIZOMETRICOS

CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS			1971			1972						1973		1974	1975		1976	1977												
POZO No	PROFUNDIDAD DEL POZO (m)	SITUACION DEL POZO P.M.S.N.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	ABR.	JUL.	MAR.	ENE.	FEB.	ABR.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.		
476	27.00	1842.34	P.N.E E.N.E	31.4 1810.5		28.3 1814.1	28.3 1814.4				27.9 1814.6	30.4 1811.9	27.8 1814.6	29.9 1812.4	30.5 1811.9							26.1 1816.2	27.0 1815.3	27.6 1814.7			20.0 1821.5			
481	22.00	1840.84	P.N.E E.N.E	29.4 1811.5	29.6 1811.4	29.5 1811.3	29.7 1811.5	29.7 1811.8	29.5 1811.6	35.1 1807.7		29.3 1811.7	30.1 1810.8	30.6 1810.2	28.5 1812.2	32.4 1808.5	31.7 1809.1	34.3 1806.5	35.1 1805.7	30.0 1810.4		27.2 1813.7	29.6 1811.2	28.1 1812.7	27.4 1813.4	27.5 1813.0	26.5 1814.5	26.2 1814.6		
490		1859.89	P.N.E E.N.E	102.5 1757.2	102.6 1756.9	101.9 1757.8	103.3 1756.4	103.0 1756.7	101.4 1758.1	102.9 1758.3	100.6 1756.8	102.3 1756.1	103.2 1756.7	102.7 1756.4	102.2 1757.2	101.5 1757.4	104.0 1758.1	104.0 1755.7	103.6 1755.1		103.6 1766.0	112.2 1747.5			107.6 1762.1	108.7 1761.5		108.5 1751.8	105.3 1761.4	
491		1856.00	P.N.E E.N.E																									103.6 1752.4	105.0 1752.4	
492	180.00	1853.40	P.N.E E.N.E				97.4 1765.4																110.0 1743.4							
493		1845.46	P.N.E E.N.E	87.7 1761.6	87.8 1761.7	88.5 1761.1	88.4 1761.1	88.2 1761.3	87.5 1761.2	87.9 1761.6	85.9 1763.5	88.6 1761.4	87.4 1762.0	87.6 1761.9	87.5 1761.9	86.5 1763.2	87.7 1761.6	88.8 1760.7	88.5 1760.9											
500		1848.00	P.N.E E.N.E																									94.0 1754.0	94.0 1753.0	
503	130.00	1849.76	P.N.E E.N.E	89.1 1780.7		89.1 1769.9	89.9 1780.7	89.0 1780.4	89.4 1761.0	88.7 1780.3	89.5 1762.8	86.9 1780.5	89.5 1760.7	89.3 1760.6	89.2 1780.7	89.0 1761.9					89.6 1760.7		98.5 1751.3	94.0 1755.8	94.5 1755.2	94.4 1754.4		94.4 1755.4	94.1 1755.8	
504		1850.09	P.N.E E.N.E			89.0 1761.1					86.8 1763.3												80.0 1770.1	93.8 1756.3	94.4 1756.7		94.4 1755.7	94.4 1755.5		
506	192.00	1851.93	P.N.E E.N.E	90.7 1761.3	88.5 1763.4	90.8 1761.2	90.1 1761.8	90.5 1761.5	89.6 1762.3	90.4 1761.5		90.4 1761.5	90.7 1761.3	90.5 1761.6	83.5 1764.6	88.9 1763.1	91.1 1760.8	91.8 1760.8												
510	8.00	1862.90	P.N.E E.N.E								2.4 1880.5	3.5 1859.4	3.3 1859.6	3.7 1859.2	3.0 1859.9	2.8 1859.1	8.2 1854.1	7.4 1855.6	7.4 1855.6	7.4 1855.6	8.8 1855.6							6.7 1856.2	6.8 1856.3	
511	10.00	1848.00	P.N.E E.N.E																				5.2 1842.3		4.7 1843.3		3.7 1844.3	3.7 1844.3		
515	26.00	1896.25	P.N.E E.N.E	2.7 1893.6		3.4 1893.2	3.2 1893.1	3.5 1892.8	3.5 1892.8	3.4 1892.6	3.6 1892.6	2.7 1892.4	2.7 1893.6	2.5 1893.7	2.7 1893.5	3.0 1893.5	2.9 1893.3	3.9 1892.3	2.0 1894.2	3.4 1892.6	3.2 1893.7		3.2 1893.1		5.8 1890.6	6.2 1890.7		5.8 1890.4	5.8 1890.4	
518		1862.00	P.N.E E.N.E																									-11.1 1750.5	11.9 1750.4	
519		1842.00	P.N.E E.N.E																									22.1 1819.7	21.7 1820.3	
520	42.00	1841.61	P.N.E E.N.E			39.7 1801.9	31.9 1809.8	37.2 1809.4	32.2 1809.4	32.2 1809.4		32.4 1809.3	32.5 1809.1	33.5 1808.8	32.8 1808.8	32.5 1809.3	32.5 1809.3	32.3 1809.3	32.2 1809.3	31.4 1810.2		30.0 1811.6	28.5 1813.1	27.4 1814.1	26.4 1815.5	26.7 1814.5		25.9 1815.8	26.3 1816.4	
534	65.00	1846.69	P.N.E E.N.E									31.3 1815.4																14.5 1832.2	13.7 1832.9	
535	62.00	1846.00	P.N.E E.N.E																									13.6 1833.8	12.6 1833.1	13.6 1832.6
537	280.00	1868.11	P.N.E E.N.E			108.8 1759.5	108.4 1759.5	107.4 1760.1	109.1 1759.4	107.5 1760.6	108.8 1759.4	106.6 1761.6	109.6 1759.9	109.9 1758.8	109.1 1759.9	109.6 1760.0	107.4 1758.7	120.1 1758.7	109.5 1758.6	109.6 1758.6		116.9 1751.2	112.6 1755.8		115.5 1764.6	112.5 1765.1		112.5 1755.7	112.5 1755.7	
538		1865.32	P.N.E E.N.E	8.1 1857.4	7.7 1857.1	7.8 1857.5	7.8 1857.1	7.7 1857.7	7.7 1857.5	7.7 1857.5	7.7 1857.7	7.7 1857.7	7.8 1857.7	7.7 1857.7	7.7 1857.7	7.6 1857.7	7.7 1857.7	8.9 1857.7	8.9 1857.7									8.1 1857.3	7.7 1857.7	

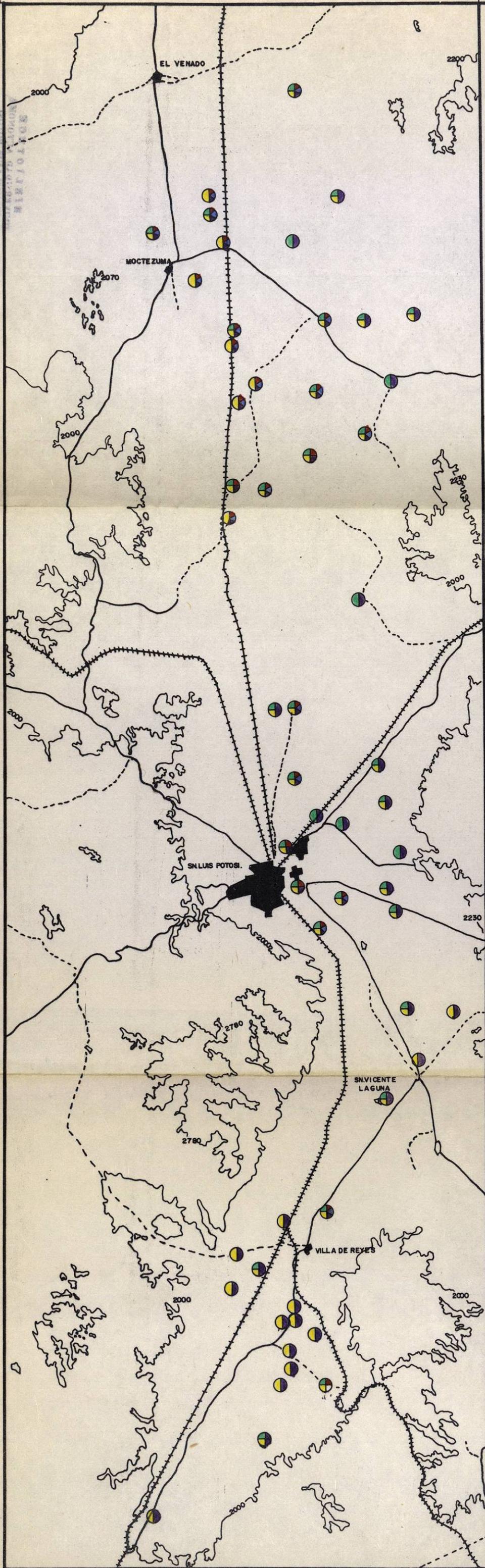
VALLE DE SAN LUIS POTOSI

NIVELES PIZOMETRICOS

CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS			1971			1972					1973		1974	1975		1976	1977												
POZO No.	PROFUNDIDAD DEL POZO (m)	ELEVACION PROYAL S.N.E.E.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	ABR.	JUL.	MAR.	ENE.	FEB.	ABR.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	
608	250.00	1855.																											97.4
																													1757.5
610		1848.																								85.6			87. 86.9
																										1762.4			1761.0
611	5.25	1904.																								3.4			3.4 3.2
																										1900.5			1900.7
612		1846.																								90.7			
																										1755.2			
613		1849.																								94.9			94.7 94.4
																										1754.4			1754.5
614		1849.																								95.6	95.6	95.5	95.26
																										1753.8	1753.4	1753.5	1753.4
615		1849.																											
616	250.00	1845.																											84.8 84.7
																													1760.1 1760.2
617		1845.																											88.7 88.6
																													1756.2 1756.3
750		1960.																											29.3 29.3
																													1930.7 1930.7
751		1841.42																											22.9 23.4
			33.8		35.6	35.9	35.	34.6	33.4	37.8		36.7	36.2	33.5	36.	34.2	31.7	30.4	29.9							28.3	23.8	25.8	22.1
752		1842.																											22.9 22.8
																													23.4
PSLO 1	324.00	1856.25																											1818.6
			94.		94.7	94.2	94.1	94.4	94.1			94.3	94.9	92.3	94.4	92.8	92.7	95.1	95.3	94.5	94.1								1819. 1819.1
																													1818.6
PSLO 2	720.00	1832.																											1819. 1819.1
			94.		94.7	94.2	94.1	94.4	94.1			94.3	94.9	92.3	94.4	92.8	92.7	95.1	95.3	94.5	94.1								95.2 95.1
PSLB 5	403.00	1860.																											1761. 1761.1
			762.2		1761.8	1762.	1762.1	1761.9	1762.1			1761.9	1761.4	1763.9	1761.8	1763.4	1763.5	1761.1	1760.9	1761.7	1762.1								1760.7 1760.7
PSLO 6	450.00	1855.45																											1761. 1761.1
																													1761. 1761.1
PSLB 8	200.00	1828.																											146. 146.5
																													146.8 146.4
PSLB 9	451.00	1845.																											1686. 1685.5
																													1685.1 1685.5
PSLB 10	335.45	1835.																											92. 92.2
																													92. 92.2
PSLB 11	350.00	1835.																											1767.6 1767.7
																													1768. 1768.1
																													1768. 1768.1
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
																													97.6 97.6
								</																					

23°00'

100° 45'



LEYENDA

-  CALCICA
-  SODICA
-  MAGNESICA
-  CALCO - SODICA
-  CALCO MAGNESICA
-  SODICO MAGNESICA
-  CALCO SODICA MAGNESICA
-  CLORURADA
-  SULFATADA
-  BICARBONATADA
-  CLORURADA SULFATADA
-  CLORURADA BICARBONATADA
-  SULFATADA BICARBONATADA
-  CLORURADA SULFATADA BICARBONATADA

++++ VIA FERREA
 ——— CARRETERA

ESUELA DE INGENIERIA U.A.S.L.P.
 TRABAJO RECCPCIONAL

FAMILIAS DE AGUAS Y SU DIS-
 TRIBUCION EN LOS VALLES

J. RAMON TORRES HERNANDEZ
 A. GERMAN AMOZURRUTIA D.

1983

22° 10' 15'

100° 45'

FRANCISCO ZARCO 136
COL. ALAMITOS
SAN LUIS POTOSI, S. L. P.
TEL. 2-17-91