

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, S. L. P.
ESCUELA DE INGENIERÍA**



**ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS DIRECTOS
DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA
DE CALERA, ZAC.**

**TRABAJO RECEPCIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A**

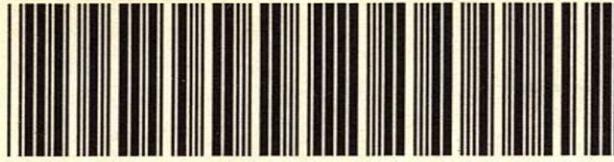
ISMAEL TREJO MENDEZ

T
GB1032

.Z3

T7

C.1



1080073331

EX-LIBRIS
BIBLIOTECA DE LA ESCUELA DE INGENIERIA
DE LA U. A. de S. L. P.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI, S. L. P.
ESCUELA DE INGENIERIA



ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS DIRECTOS
DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA
DE CALERA, ZAC.

TRABAJO RECEPCIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A

ISMAEL TREJO MENDEZ

TELEPHON
F. 1. 00
TELEFON
(73331)

PURWIL RANGEL FILM
F. 1. 00
TELEFON

CON CÀRIÑO Y GRATITUD
A MIS PADRES

Pedro Trejo Espinosa
María de la Luz Mendez Huerta

A MIS HERMANOS

A LA SEÑORA
Esther Aguirre

A LA SENORITA

Josefina Aguirre Q.E.P.D.

A MI ESPOSA E HIJA

A MIS MAESTROS Y AMIGOS

A MI ESCUELA



DIRECCION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA
AV. DE LOS POETAS NO. 8 TELEFONO 2-11-86
SAN LUIS POTOSI. S. L. P. - MEXICO

Febrero 10 de 1976.

Al Pasante Sr. Ismael Trejo Méndez,
P r e s e n t e.

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a Usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recepcional que deberá desarrollar en su Exámen -- Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. Mauro Carrasco Gómez. Así mismo el Tema propuesto para el mismo es:

"ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DE CALERA, ZACATECAS".

TEMARIO:

- I.- INTRODUCCION.
- II.- GEOLOGIA REGIONAL.
- III.- CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS.
- IV.- PERFORACION DE LOS POZOS DE ESTUDIO.
- V.- DESARROLLO Y AFORO DE LOS POZOS DE ESTUDIO.
- VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- VII.- BIBLIOGRAFIA.

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

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

" ACCIOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AULESC "

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA.

Marcelino Torres Silva
ING. MARCELINO TORRES SILVA.

ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS DIRECTOS DE LAS
AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DE CALERA, ZAC.

CONTENIDO

CAPITULO PRIMERO

	PAGINA.
INTRODUCCION	1
1:1.- Localización y extensión del área	1
1:2.- Vias de Comunicación	2
1:3.- Clima y vegetación	2
1:4.- Finalidad del estudio	3
1:5.- Agradecimientos	4

CAPITULO SEGUNDO

GEOLOGIA REGIONAL	5
2:1.- Fisiografía	5
2:2.- Geomorfología	5
2:3.- Descripción general de las Unidades Estratigráficas	7
2:3.1.- Generalidades	7
2:3.2.- Aluviones	8
2:3.3.- Rocas Volcánicas	8
2:3.4.- Rocas Sedimentarias	8
2:3.5.- Rocas Igneas y Metamórficas	8
2:4.- SISTEMA CUATERNARIO	9
2:4.1.- Aluvión	9
2:4.2.- Rocas Piroclásticas	11
2:5.- SISTEMA TERCARIO	12
2:5.1.- Rocas Igneas Extrusivas	12
2:5.2.- Riolitas	12
2:5.3.- Basaltos	12
2:6.- Rocas Metamórficas Triasico medio	13
2:7.- Rocas Sedimentarias Cretácico Inferior	14

CAPITULO TERCERO

	PAGINA
CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS	15
3:1.- Generalidades	15
3:2.- Zonas impermeables	15
3:3.- El Acuffero de Calera	17
3:4.- Piezometría	19

CAPITULO CUARTO

PERFORACION DE LOS POZOS DE ESTUDIO	20
ANTECEDENTE	20
4:1.- Determinación de las zonas de perforación	20
4:2.- Datos generales de los pozos de estudio	21
4:3.- Terminación de los pozos de estudio	33
4:4.- Secciones Geológicas	36
4:4.1.- Descripción de las secciones Geológicas A-A', B-B' y C-C'	36

CAPITULO QUINTO

DESARROLLO Y AFORO DE LOS POZOS DE ESTUDIO	37
5:1.- Descripción del desarrollo y aforo	37
5:1.1.- Desarrollo	37
5:1.2.- Manera de desarrollar los pozos.	37
5:1.3.- Prueba de Aforo	38
5:2.- Prueba de etapas	39
5:3.- Transmisibilidades	44

CAPITULO SEXTO

	PAGINA
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
6:1.- Generalidades	46
6:2.- Conclusiones	47
6:3.- Recomendaciones	48

CAPITULO SEPTIMO

BIBLIOGRAFIA	50
--------------	----

PLANOS.

- 1.- Plano de Localización
- 2.- Tabla de Correlación Estratigráfica
- 3.- Localización del Area en las Provincias Fisiográficas
- 4.- Plano Geológico
- 5.- Sección Geológica A-A'
- 6.- Plano de Igual Elevación y Evolución al nivel estático
- 7.- Plano de localización de pozos
- 8.- Corte de terminación
- 9.- Sección Geológica A-A' Pozos profundos
- 10.- Sección Geológica B-B' Pozos profundos
- 11.- Sección Geológica C-C' Pozos profundos
- 12.- Resultado de la prueba de etapas
- 13.- Prueba de etapas
- 14.- Prueba de recuperación
- 15.- Plano de Transmisibilidades

CAPITULO PRIMERO

INTRODUCCION.

Es el agua sin lugar a dudas, uno de los factores que en forma decisiva determina los avances del progreso y la subsistencia humana, y debido a la cantidad tán limitada que de ésta se dispone en la mayoría de los casos, teniendo en cuenta su fuerte demanda, representa pues un problema de dimensiones mayúsculas abastecerse de ella.

En México, el concepto que origina mayor gasto de agua es la agricultura, sin olvidar los aspectos; doméstico, industrial y ganadero. Por lo cual, el Gobierno, por medio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, ha planeado con miras futuristas el abastecimiento de agua en forma constante y oportuna, para que no sea la falta de ésta un obstáculo que impida la realización de planes de desarrollo económico del País. Cada región tiene diferentes dificultades relacionadas con el uso del agua, por lo que resultaría completamente insustancial hablar en forma general.

I:1.- LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA

La zona de Calera está situada en el Estado de Zacatecas comprendiendo parte de los Municipios de: Zacatecas, Morelos, Calera de Victor Rosales y Fresnillo; es una Cuenca cerrada de 2,342 Km² de extensión, localizada entre -

Los $22^{\circ}40'$ y $23^{\circ}15'$ de latitud Norte y los Meridianos $-102^{\circ}35'$ y $103^{\circ}00'$ al Oeste de Greenwich.

Según el inventario de aprovechamientos superficiales y subterráneos para riego en el Estado de Zacatecas, de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la zona de Calera pertenece a la región hidrológica No. 20 de la Cuenca de El Salado, entre Zacatecas y Fresnillo.

I:2.- VIAS DE COMUNICACION

La zona en estudio está relativamente bien comunicada; la comunicación más importante la ofrece la Carretera Panamericana No. 45, que une las ciudades de México-Cd. Juárez, Chih., esta carretera en su tramo Zacatecas-Fresnillo, atravieza la zona hacia el NW y en forma secundaria por la Carretera Federal No. 54 en su tramo Zacatecas-Morelos, con una dirección al NE, lo mismo que por medio de los FF. CC. México-Cd. Juárez, Chih., así como por numerosos caminos de tierra transitables durante todo el año, comunicando a la Carretera Panamericana con todas las rancherías y poblaciones originando así una red de caminos de gran utilidad.

I:3.- CLIMA Y VEGETACION

El clima de la región es del tipo seco estepario templado, la temporada de lluvias es estable en verano, entre los meses de Junio a Septiembre; la precipitación media anual es de 400 mm al año. Siendo este valor aproximadamente representativo de la precipitación en la Planicie; la temperatura media anual es del orden de 15.2°C . en -

los meses de Abril y Mayo y mínimas de 7°C durante los meses de Diciembre y Enero.

Los suelos propicios para el desarrollo de vegetación -- abundante son escasos, y solo al llegar a las llanuras -- se encuentran mejores condiciones para el cultivo. Así -- pues, el aspecto es desolado y únicamente se encuentran cactáceas y arbustos pequeños, en aquellas partes en donde la humedad residual perdura un poco más después de la época de lluvias.

I:4.- FINALIDAD DEL ESTUDIO

La principal razón por la cual se llegó a la necesidad -- de estudiar los recursos de las aguas subterráneas de la Cuenca de Calera, Zac., se debió a que ha venido siendo -- explotada en forma irracional desde hace 20 años. Consecuentemente los niveles estáticos han venido abatiéndose debido a la existencia de una sobre explotación desmedida y sin control y que ha originado la implantación de -- " Zona de Veda Rígida " en la totalidad de la Cuenca.

A partir del 1º de Agosto de 1972, la Secretaría de Recursos Hidráulicos, a través de la Dirección de Geohidrología y de Zonas Aridas; ha sido la encargada de emprender los " Estudios por Métodos Directos ", mismos que -- han sido encaminados de tal manera que se han podido determinar las formaciones cuyas características acuíferas y acuífugas existen; medición a la vez de los parámetros hidráulicos. tales como transmisibilidad y eficiencia de los acuíferos, con lo que se pretende conocer en una forma definitiva la potencialidad de los recursos de las --

aguas subterráneas de la Cuenca con el fin de programar un régimen de explotación racional que permita conservar la naturaleza del ciclo hidrológico, ó bien, buscando la solución en cambios de tipo de cultivo, en diferentes formas de riego ó relocalización de nuevas áreas de cultivo.

Cabe hacer mención establecer la diferencia entre estudios geohidrológicos por métodos directos y estudios geohidrológicos por métodos indirectos. Los estudios geohidrológicos por métodos directos están basados específicamente en la perforación de pozos, así como las pruebas que de las perforaciones se desprendan tales como: Registros eléctricos, pruebas de permeabilidad, análisis químicos, parámetros hidráulicos, etc. En cuanto a los estudios geohidrológicos por métodos indirectos se pueden diferenciar respecto a los anteriores como aquellos que estén basados en todo tipo de observaciones antes de realizar la perforación de estudio ó exploratoria tales como: Geofísica, Geoquímica, Fotointerpretación, Geología de campo, etc.

Así pues, los métodos directos son una excelente base de apoyo para elaborar un estudio geohidrológico integral.

I:5.- AGRADECIMIENTOS

Hago patente mi agradecimiento al C. Ing. Javier Bandejas Valencia, Gerente General de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en el estado de Zacatecas, por las facilidades prestadas para la mejor elaboración y desarrollo de este estudio.

Al C. Ing. Mauro Carrasco Gómez, por su revisión y asesoría.

A todas aquellas personas que de una manera directa ó in directa contribuyeron a la elaboración de este trabajo.

104°

102°

ESTADO DE COAHUILA



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPCIONAL

Ismael Trejo Mendez

"ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS
 DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 DE LA CUENCA DE CALERA, ZACATECAS"

PLANO DE LOCALIZACION

ESCALA 1 = 2 000 000

SAN LUIS POTOSI S. L. P. - 1976

CAPITULO SEGUNDO

GEOLOGIA REGIONAL

2:1.- FISIOGRAFIA

En términos generales se puede decir que la zona de Calera se encuentra situada en la parte media de la Meseta Central; de acuerdo con las provincias fisiográficas de la República Mexicana (Alvarez Jr., 1966).

Esta Meseta se encuentra a unos 2,000 metros sobre el nivel del mar entre las dos grandes Sierras de México, la Oriental y Occidental.

La zona es moderadamente montañosa y predominan en ella las riolitas que cubren a andesitas y otras rocas ígneas; así como en la que se extienden grandes valles aluviales.

2:2.- GEOMORFOLOGIA

Los rasgos geomorfológicos que presenta la zona de Calera, son de Cuenca cerrada; limitada al Sur y Oeste por varios espolones de la Sierra Madre Occidental, cuyas alturas máximas son aproximadamente del orden de 1,800 metros sobre el nivel del mar. Esta montaña formada de lavas y piroclásticos de tipo riolítico, está drenada por arroyos que tienen cauces profundos y fuerte pendiente; las formas que tienen estos cerros que constituyen esta montaña son arredondados, aflorando en la cima piroclásticos, mientras que si en ellos hay lavas, entonces se forman pequeñas mesetas de bordes escarpados. Al Oriente; por la Sierra de Macatecas la cual es un macizo rocoso

de rocas ígneas y metamórficas de aproximadamente 2,650 - metros de altitud; al Norte por una serie de lomeríos que permiten la infiltración, en donde el parteaguas está poco definido.

En esta zona los rasgos geomorfológicos son el resultado de una serie de procesos geológicos producidos en la región que incluyen primeramente la afectación de los terrenos más antiguos de tipo calcáreo por un macizo intrusivo (Sierra de Zacatecas), después una actividad volcánica que formó el macizo montañoso del Sur y del Oeste de la zona y que ayudó a la formación de la depresión como Cuenca cerrada, en donde posteriormente se produjo la depositación de los sedimentos formando una llanura aluvial con características de alta permeabilidad y que definen el acuífero de Calera.

En general, se puede decir que los escurrimientos superficiales en la zona de Calera provienen de las sierras mencionadas y escurren hacia el centro de la Cuenca, pero con una dirección preferente hacia el Norte en donde se encuentra la Laguna de Santa Ana.

Hay sin embargo variaciones en los escurrimientos que son regulados por la forma pendiente y composición de los terrenos de que está constituida la Cuenca de Calera.

La Cuenca presenta un drenaje dendrítico más o menos - - bien desarrollado; la recarga principal del acuífero, -- tiene lugar al Sur y al Oeste de la Cuenca, por la infiltración a lo largo del cauce de los arroyos y también -- probablemente por la infiltración de aguas meteóricas, - en el contacto entre los rellenos de la Cuenca y las for

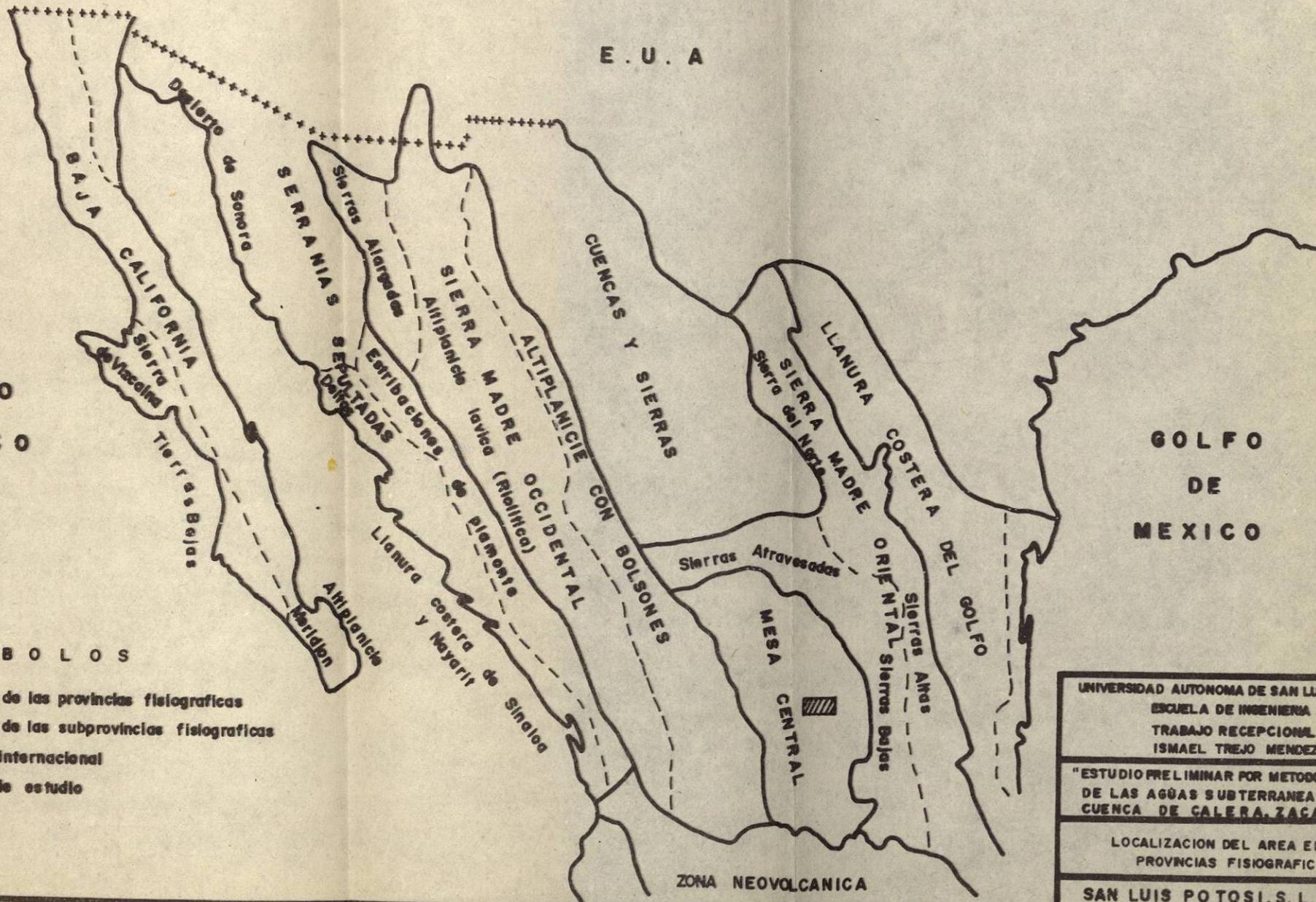
OCEANO
PACIFICO

E. U. A

GOLFO
DE
MEXICO

SIMBOLOS

- Limite de las provincias fisiograficas
- - - Limite de las subprovincias fisiograficas
- + + + + + Limite internacional
- //// Area de estudio



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA
TRABAJO RECEPCIONAL
ISMAEL TREJO MENDEZ

"ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS DIRECTOS
DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA -
CUENCA DE CALERA, ZACATECAS"

LOCALIZACION DEL AREA EN LAS
PROVINCIAS FISIGRAFICAS

SAN LUIS POTOSI, S. L. P. 1976.

maciones que constituyen las zonas montañosas.

De acuerdo con el estudio realizado y por las observaciones efectuadas en el área, se notó un marcado grado de erosión y por la forma en que está dispuesto su drenaje, se puede deducir que la Cuenca se encuentra en una madurez avanzada dentro del ciclo geomorfológico.

2:3.- DESCRIPCION GENERAL DE LAS UNIDADES ESTRATIGRAFICAS

Esta descripción se entenderá desde el punto de vista práctico del estudio.

2:3.1.- GENERALIDADES

Las características que se presentan en la Cuenca de Calera se han agrupado en varias unidades de acuerdo con su significado geológico y también en función de los procesos que les dieron origen.

Estos procesos geológicos que intervinieron en la definición actual de la zona de Calera, principia con la afectación de las formaciones sedimentarias (sedimentos calcáreos y arcillosos) por un intrusivo rocoso que dió lugar a la formación de esquistos y calizas alteradas intensamente plegadas y fracturadas y al mismo intrusivo que se presenta con cierto metamorfismo (roca verde) todas ellas forman la Sierra de Zacatecas.

Un segundo proceso geológico correspondiente a una actividad volcánica dió como resultado la emisión de lavas y piroclásticos de tipo riolítico y basáltico, que dieron origen en esta zona a una parte de la Sierra Madre Occidental.

La montaña volcánica formada de ésta manera sirve de límite Sur y Oeste a la depresión cerrada o de rellenamiento; existiendo también un proceso de depositación de materiales granulares y finos que son permeables y que tienen propiedades acuíferas.

2:3.2.- ALUVIONES

Mezcla de arenas, limos y gravas de sueltos a medianaménte consolidados, los cuales comprenden la llanura alu- vial ó zona de rellenos constituida de arenas limosas -- con grava y con intercalaciones de tobas redepositadas y caliche, grava bien graduada con limo y arena (depósito de cauce) y una cobertura de gravas con caliche en la llanura aluvial.

2:3.3.- ROCAS VOLCANICAS

Constituidas de lavas y piroclásticos, riolitas y tobas-interestratificadas, mesetas de riolita y basalto, tobas limosas y arenosas.

2:3.4.- ROCAS SEDIMENTARIAS

Comprende calizas alteradas las cuales están intensamente fracturadas y plegadas, dispuestas en capas delgadas y eventualmente con cavidades de disolución; cobertura de caliche asociado a las calizas y/ó a zonas de calizaltamente fracturada e intemperizada.

2:3.5.- ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

Macizo rocoso que forma parte de la Sierra de Zacatecas- que está constituido de roca verde metamorfoseada (de tipo andesítico) y esquisto foliado y fracturado.

2:4.- SISTEMA CUATERNARIO

2:4.1.- ALUVION

En esta unidad se han agrupado todos los materiales acarreados de las partes altas que se han depositado tanto en los cauces de los arroyos principales: Arroyo de Enmedio, Calera, Laborcilla y Plateros, como en la parte centro y norte de la Cuenca de Calera. Generalmente estos materiales muestran una granulometría variada y una estructura heterogénea que refleja diferentes condiciones en el funcionamiento de las corrientes y consecuentemente diversos aspectos en la depositación y por esa razón se muestran como una mezcla de arenas, limos y gravas en distintos porcentajes que van de sueltos a medianamente consolidados.

Se han agrupado cuatro sub-grupos de materiales referidos como: Depósitos de cauce, Depósitos de llanura aluvial ó de rellenos de cuenca, Depósitos de la parte más baja de la cuenca y Depósitos de grava y caliche que forman una cobertura medianamente cementada sobre los aluviones.

DEPOSITOS DE CAUCE.- Están constituidos predominantemente de gravas bien graduadas empacadas en limos arenosos que descansan sobre lechos de tobas, el espesor de estos materiales no se conoce. Los depósitos de cauce están alojados en los arroyos que provienen de las montañas del Sur y del Oeste, son materiales altamente permeables; algunos depósitos de cauce no solo descansan sobre tobas sino que llegan a extenderse sobre la zona de rellenos -

aluviales hacia el centro de la Cuenca.

DEPOSITOS DE LLANURA ALUVIAL.- Corresponden a los relle--nos de Cuenca, es decir, a los rellenos de la depresión - formada entre la Sierra de Zacatecas y los espolones de - la Sierra Madre Occidental, el límite de la depresión por el Este es la Sierra de Zacatecas y el contacto resulta - brusco y de fuerte pendiente, mientras que por el Sur y - el Oeste los lomeríos de tobas tienen pendiente suave y - por lo tanto el contacto entre las tobas y la llanura aluvial es insensible. La llanura aluvial superficialmente - está constituida por arenas limosas con grava medianamente consolidadas, sin embargo, los cortes geológicos observados en los pozos perforados en esta zona, revelan diferentes horizontes de materiales con granulometría también variada, desde horizontes de gravas hasta horizontes arcillosos en forma de lentes.

Es notable también observar interdigitaciones de tobas re depositadas e intercalaciones de caliche en la estructura general de los depósitos aluviales.

DEPOSITOS DE LA PARTE MAS BAJA DE LA CUENCA.- Correspon--den a las zonas donde el drenaje superficial casi no se - produce pues existen algunos encharcamientos o pequeñas - zonas de inundación; aquí los materiales son finos ó sea, limos con material grueso.

DEPOSITOS DE GRAVA Y CALICHE.- Corresponden también a materiales aluviales, pero solo llegan a formar una cobertura de gravas con caliche por la parte Norte y Noreste de la Cuenca de Calera.

2:4.2.- ROCAS PIROCLASTICAS

Esta Unidad comprende tobas limosas y arenosas, las cuales descansan sobre la alternancia de tobas y riolitas - que forman lomeríos fuertes, drenados por arroyos que -- tienen cauces profundos en las partes altas de la Cuenca, pero que a medida que se dirigen hacia el centro van disminuyendo la pendiente y los lomeríos pasan a tener una cobertura importante de suelo laborable, constituido de arenas limosas ó de limos arenosos, ya en esta zona los arroyos son más escasos y espaciados y la morfología es prácticamente de llanura.

Desde el punto de vista del estudio se aprecia que las tobas en virtud del escaso drenaje que presentan, se les considera como rocas que ofrecen cierta retención del -- agua, algunos horizontes de tobas arenosas que han sido cortados por los pozos perforados en esta zona, han resultado ser productores de agua; esta circunstancia se -- debe a que son recargados por los arroyos más importantes que drenan la zona ó que están en comunicación con -- el acuífero principal como es el de los rellenos aluviales, la recarga se produce en virtud de que las tobas -- sirven de lecho a los arroyos importantes en la parte -- donde los depósitos del cauce generalmente gruesos son -- notables, tanto en espesor como en amplitud y también -- por que en esta zona existen varios bordos de retención -- que ayudan a que el agua se filtre.

A todos estos materiales se les ha asignado una edad del Pleoceno ó reciente.

2:5.- SISTEMA TERCIARIO

2:5.1.- ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS

La parte Sur y Oeste del área estudiada está integrada por rocas de origen ígneo extrusivo aflorando las riolitas y los basaltos por la parte Norte, ocupando en conjunto una extensión aproximada de unos 950 Km².

2:5.2.- RIOLITAS

A las riolitas se les calcula una edad probable del Eoceno-oligoceno, su color varia del gris al rosa, la roca es hipocristalina con estructura fluidal ó masiva; presenta una matriz en la que apenas se perciben los cristales de feldespatos distinguiéndose por su abundancia las ortoclasas.

Las riolitas forman una alternancia sucesiva de capas de diferente espesor y a veces con una estructura heterogénea donde las riolitas están incluidas dentro de tobas, a las riolitas se les ha podido diferenciar porque afloran, formando casquetes ó mesetas de bordes escarpados.

2:5.3.- BASALTOS

Los basaltos afloran por la parte Norte de la Cuenca, formando pequeños derrames de lava aislados y aparentemente como una actividad volcánica posterior a las riolitas. Esta zona de basaltos forma el basamento impermeable donde está alojada la laguna de Santa Ana.

A estos basaltos se les dá una edad probable del Terciario superior al reciente.

Esta unidad de rocas ígneas constituye la Sierra de Zacatecas que limita la Cuenca de Calera por las partes Oriente y Sureste, comprende rocas intrusivas de tipo intermedio que varían desde diabasas hasta andesitas que son las que predominan y que en conjunto se les ha denominado roca verde, estas rocas se muestran algunas veces con cierto metamorfismo y otras veces mineralizadas; han intrusionado a sedimentos del Mesozoico y en partes está cubierta por la formación conglomerado rojo de Zacatecas, localizada ésta, fuera de la Cuenca.

2:6.- ROCAS METAMORFICAS TRIASICO MEDIO

Esta unidad está comprendida principalmente de esquistos y filitas, los cuales presentan una estructura foliada en que los planos de estratificación no tienen una disposición definida.

Las unidades de rocas ígneas y metamórficas abarcan una extensión aproximada de 114 Km², formando un macizo rocoso de orientación Norte-Sur.

El contacto geológico entre este macizo, las rocas piroclásticas y los rellenos aluviales es muy notable, pues existe un cambio de pendiente entre montañas y llanuras en la que los escurrimientos de la montaña se infiltran considerablemente.

Estas rocas son del Triásico Medio; se les calcula una edad probable del Ladeniano-Anisiano, las cuales pertenecen a la formación Zacatecas (esquisto-filita).

2:7.- ROCAS SEDIMENTARIAS
CRETACICO INFERIOR

Las rocas sedimentarias ocupan parte de la porción Norte y Noreste de la Cuenca de Calera, las cuales están constituidas por calizas alteradas e intensamente plegadas y fracturadas; es probable que estas calizas pertenezcan a la formación Cuesta del Cura, ya que hacia la parte Noreste del área de estudio y aproximadamente a la altura del poblado de El Bañón, (localizado éste fuera de la Cuenca), existen unos afloramientos de dicha formación. En el área del presente trabajo, las calizas presentan cierto metamorfismo, el cual probablemente se debe a que fueron intrusionadas por rocas ígneas del Terciario, que formaron la Sierra de Zacatecas. No ha sido posible definir la estructura de estas calizas pues generalmente están cubiertas por una capa de caliche con gravas, por otra parte, el alto fracturamiento que presentan ha cambiado su estructura original y únicamente se aprecia en forma notable que aparece como una zona de lomerías suaves que limitan pequeñas cuencas cerradas, en la cual el drenaje superficial es endorreico y en donde se observan también pequeñas cavidades de disolución.

De la zona de rocas sedimentarias es poca el agua que se aporta al Acuífero de Calera, pues prácticamente toda el agua se infiltra.

Por esta circunstancia se le considera como una zona que tiene posibilidades acuíferas.

A estas calizas se les ha dado una edad probable del Albiano-Cenomaniano.

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO EUROPEO	EDAD M.A. #	ALTIPLANO MEXICANO ZAC. DURANGO		AREA HOJA DE EL SALADO		CONCEPCION DEL ORO ZACATECAS		AREA DE ESTUDIO			
					ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION				
CENOZOICA	CUAT.	RECIENTE PLEISTOCENO		06	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	PIROCLASTICOS BASALTOS			
		TERCIARIO	PLIOCENO		12	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	RIOLITAS		
			MIOCENO		25	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION			
			OLIGOCENO		40	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION			
			EOCENO		60	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION			
			PALEOCENO		70	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION			
			CENOZOICA	CRETAC.	SUPERIOR	MAESTRICHIANO								
	SENOIANO	CAMPANIANO												
		SANTONIANO												
		CONIACIANO												
	ALBIANO	TURONIANO												
		CENOMANIANO												
	APTIANO	SUPERIOR												
		MEDIO												
		INFERIOR												
CENOZOICA	CRETAC.	COAHUILIANO	BARREMIANO											
			HUATERIVIANO											
			VALANGINIANO											
		NEOCOMIANO	BERRIASIANO											
			TITHONIANO											
			BONONIANO											
		SUPERIOR	HAVRIANO											
			SEQUANIANO											
			ARGOVIANO											
MEDIO	DIVERSIANO													
	BALLOVIANO													
	BATONIANO													
INFERIOR	AALENIANO													
	TOARCIANO													
	CHARMUTIANO													
SUPERIOR	PLIENSBAQUIANO													
	SINEMURIANO													
	HETTANGIANO													
TRIASICO	SUP.	RETIANO												
	MED.	NORIANO												
		CARNIANO												
INF.	LADENIANO													
	ANISIANO													
	SCYTIANO													

*M.A. MILLONES DE AÑOS

FORMACION QUE NO AFLORA

FORM. AUSENTE POR NO DEPOSITO O POR EROSION

TRABAJO RECEPCIONAL ISMAEL TREJO MENDEZ

LEYENDA

EXPLICACION

ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANICAS

EPOCA	SUB-EPOCA	ROCA	Simbolo
			CUATERNARIO
CUATERNARIO	PLEISTOCENO	PIROCLASTICOS	ML LIMOS ARENOSOS
		BASALTOS	V
		TOBAS	To
TERCIARIO	MEDIO	RIOLITA	R
CRETACICO	X Interior	CALIZA CUESTA-DEL-CURA	Kicc

ROCAS METAMORFICAS

EPOCA	ROCA	Simbolo	
TRIASICO MEDIO	LADENIANO ANISIANO	ESQUISTO-FILITA FORMACION ZACATECAS	Eg

SIMBOLOS

SECCION GEOLOGICA	
CONTACTO GEOLOGICO	
ZONA INUNDABLE	
LIMITE DE CUENCA	
CIUDAD	
ARROYO	

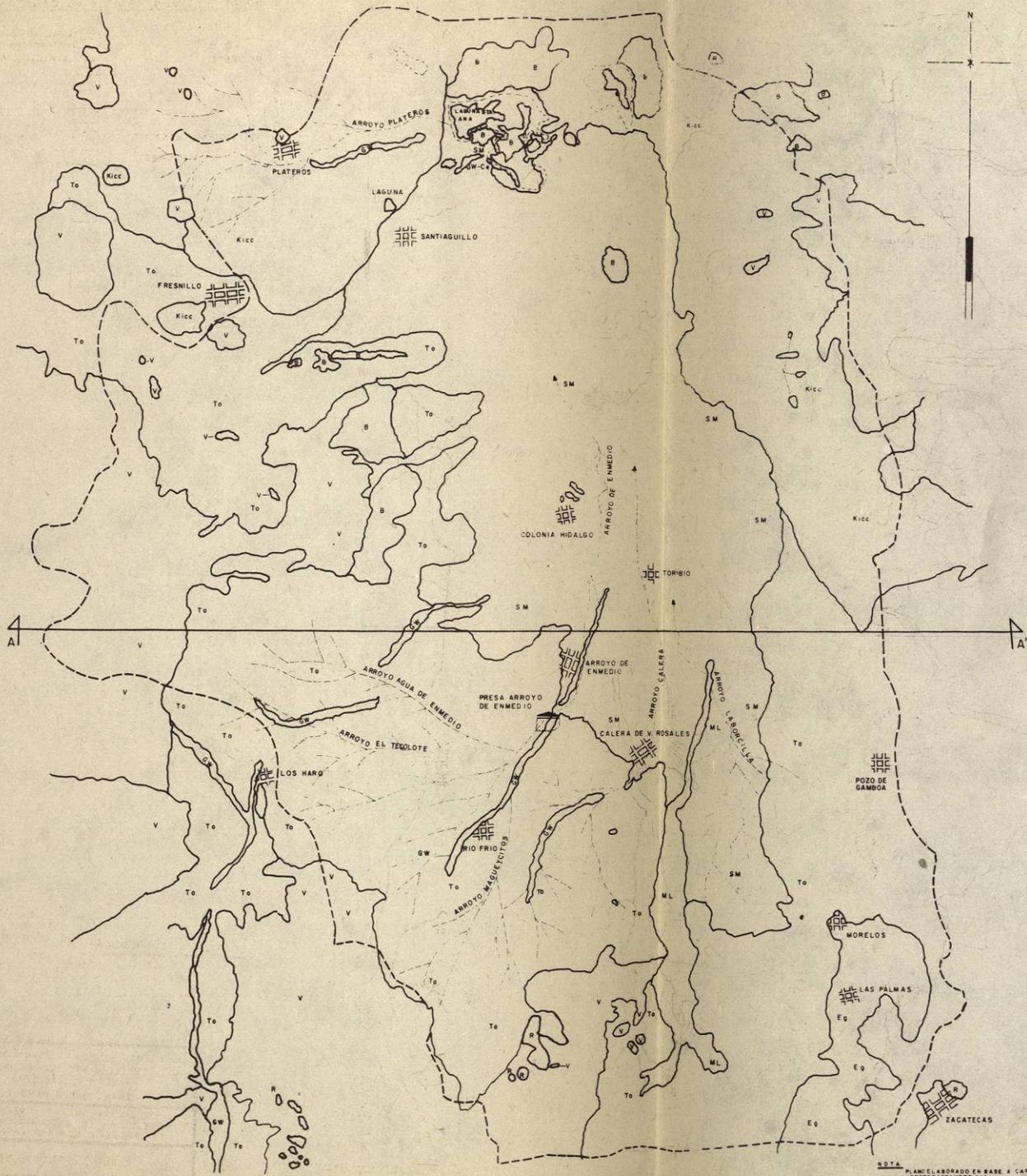
ESC. APROX. 1:140,000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA
TRABAJO RECEPCIONAL
ISMAEL TREJO MENDEZ

"ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DE CALERA, ZACATECAS"

PLANO GEOLOGICO

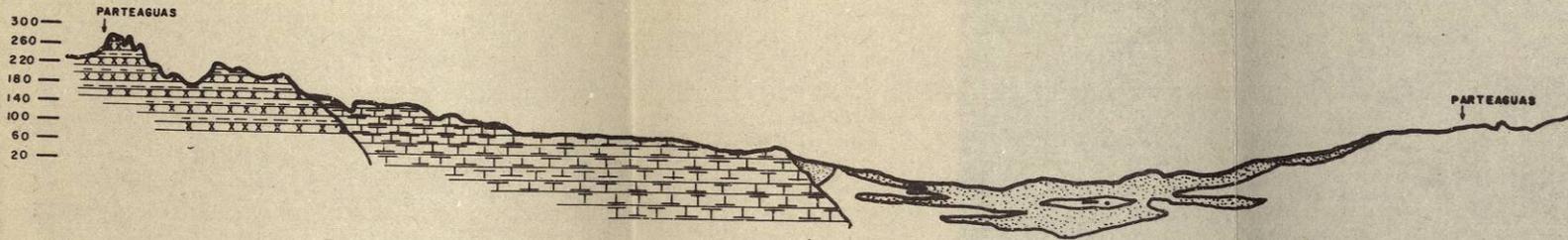
SAN LUIS POTOSI S. L. P. 1975



NOTA
PLANELABORADOENBASEACARTAS
AEROFOTODIAGRAMETRICAS

SECCION GEOLOGICA A-A'

ESCALA HOR. = 1:140,000
ESCALA VER. = 1:8,000



SIMBOLOGIA

-  ALUVION
-  TOBAS
-  ROCAS VOLCANICAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA
TRABAJO RECEPTIVO
ISRAEL TREJO GONZALEZ
"ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS MUESTROS
DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA
CUENCA DE CALERA, ZACATECAS"
SECCION GEOLOGICA A-A'
SAN LUIS POTOSI, S.L.P. 1976

CAPITULO TERCERO

CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS

3:1.- GENERALIDADES

La irrigación en su totalidad en la Cuenca de Calera, - se basa en la explotación de las aguas subterráneas, -- siendo los recursos de aguas superficiales muy escasos- ya que con excepción de algunas presas de pequeña capacidad que aprovechan los escurrimientos de los arroyos- más importantes de la Cuenca como son Arroyo de Enmedio Calera, Laborcilla y Plateros, todos los aprovechamientos son a costa del Acuífero de Calera, explotado por - medio de norias y pozos profundos.

La explotación del Acuífero de Calera, fué iniciada a - escala considerable hace aproximadamente 20 años con la perforación de pozos; de entonces a la fecha el número- de perforaciones fué incrementado en forma considerable por lo que actualmente se considera como zona de veda - rívida.

En el plano de localización de pozos se presenta la ubi- cación aproximada de los pozos existentes, los cuales - se encuentran dentro del área del Distrito de riego nú- mero 34 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, loca- lizado al Norte de la población de Calera de Victor Ro- sales, Zac.

3:2.- ZONAS IMPERMEABLES

Las zonas impermeables corresponden a los límites monta- ñosos del Oeste, este y Sur de la región estudiada, for

mada la primera por un macizo intrusivo y las dos últimas por rocas volcánicas, aunque en estas rocas las estribaciones son de piroclásticos y permiten una parte de la infiltración.

En las zonas montañosas, el agua de las precipitaciones escurre en un alto porcentaje, tanto porque son rocas impermeables como por la fuerte pendiente que presentan. En las montañas del Sur y del Oeste existe una alta densidad del drenaje superficial y después, al escurrir los arroyos sobre piroclásticos, la densidad del drenaje disminuye para ser realmente escaso, donde las tobas tienen una cobertura importante de suelo, entonces los escurrimientos se producen en los arroyos de Calera, Enmedio, Laborcilla y Plateros, que son los que llegan a la zona de relleno.

El régimen de estos arroyos es torrencial y solamente durante las avenidas llega a descargar a la Laguna de Santa Ana.

Los arroyos provenientes de la Sierra de Zacatecas son escasos y son de menor cuantía en cuanto a la recarga que aportan, pues el límite de la Cuenca está casi enseguida de la zona de planicie.

Hay en la zona de Calera otras unidades importantes de roca cuyas condiciones hidrológicas no pueden considerarse como totalmente impermeables; ellas se refieren a las zonas de lomerios de piroclásticos y a las zonas de lomerios calcáreos.

En las zonas de lomerios de piroclásticos, los escurri-

mientos son más escasos con relación a la zona de montaña y donde se produce una parte de la infiltración a lo largo de los arroyos mencionados y por efecto de las retenciones producidas por algunos bordos de contención localizados sobre estos materiales. Algunos horizontes de tobas contienen agua, pues algunos pozos perforados en esta zona así lo han manifestado; la recarga de estos horizontes puede llevarse a cabo durante el escurrimiento de los arroyos ó en las zonas de contacto de lavas y piroclásticos.

La zona de lomerios de rocas calcáreas ocupa la parte Norte de la Cuenca de Calera, cuyo límite está poco definido porque se forman varias cuencas pequeñas y cerradas. Estas zonas no pueden considerarse como totalmente impermeables, pues superficialmente no aportan agua a las zonas de relleno y existe la posibilidad de que el agua infiltrada en la caliza fluya hacia el acuífero por zonas de fractura ó por cavidades de disolución.

3:3.- EL ACUIFERO DE CALERA

La Cuenca de Calera presenta un acuífero importante formado en los rellenos aluviales, constituidos de una mezcla de materiales granulares y finos y con intercalaciones de tobas redepositadas y caliches. Estos acarrees fueron depositados en una depresión cerrada limitada por la Sierra de Zacatecas y la Sierra Madre Occidental.

El acuífero de Calera presenta condiciones geohidrológicas de zona receptora de los escurrimientos provenientes de los arroyos mencionados con anterioridad, tanto en for

ma superficial como subálvea. En esta zona cuando los escurrimientos son de gran cuantía, el agua llega hasta la Laguna de Santa Ana ó llegan a formarse pequeños encharcamientos que se pierden por evaporación.

La evaporación es importante en toda la zona y en la Laguna de Santa Ana se produce la concentración y precipitación de sales que hacen que el agua sea de calidad salobre; sin embargo, la salinidad es únicamente superficial y no hay contaminación con el agua del acuífero.

De acuerdo con la estructura de la zona de rellenos, en la que los materiales están dispuestos en capas alternantes de granulares y finos, el nivel freático no es continuo y de hecho existen aguas colgadas y zonas que no están saturadas principalmente en la parte Oeste de la zona de rellenos y que es de donde provienen las interdigitaciones de tobas.

Como las aportaciones y recargas máximas del acuífero de Calera provienen del Sur y del Oeste de la Cuenca de Calera, se considera que el flujo subterráneo proviene de ese rumbo y se dirige hacia el Norte o sea, hacia la Laguna de Santa Ana.

Al Norte de la población de Calera y sobre el arroyo del mismo nombre, a la altura del poblado Cienega de Tapias, es notable la presencia de un afloramiento de agua subálvea, que aparentemente no tiene relación con el nivel estático del Acuífero, porque éste tiene un gasto constante en todo tiempo, esto se debe a que el lecho del arroyo -- tiene características de relativa menor permeabilidad --

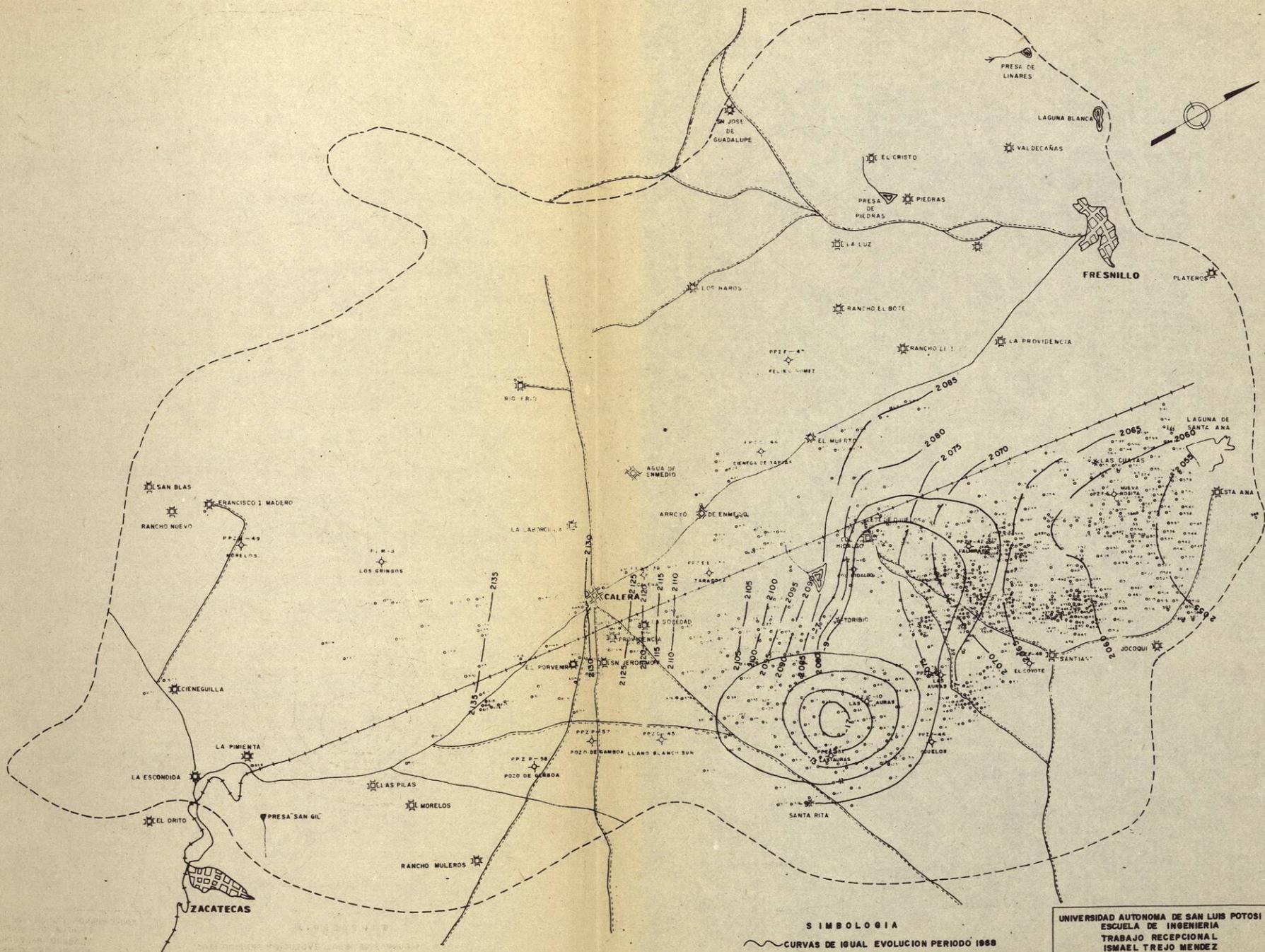
(tobas) que hace que el agua aflore. Aparte de esta circunstancia, todo el resto de la zona aluvial está constituida en forma relativamente heterogénea, ya que se encuentran diferentes gastos de producción, así como diferentes calidades de agua debido a la presencia de distintos materiales - descritos con anterioridad.

3.1.- PIEZOMETRIA

La extracción de las aguas subterráneas de la Cuenca de Calera, fué iniciada a escala considerable durante el año de 1952, la explotación del acuífero se ha realizado en forma no planeada y se considera actualmente como zona de veda.

La historia piezométrica del acuífero fué registrada a partir de 1954 en 21 pozos pilotos, en los que se efectúan observaciones mensuales de los niveles estáticos.

Dentro de las observaciones que se han realizado en la Cuenca de Calera se han escogido aquellas en cuyo período de tiempo han sido más numerosas y fieles, mismas que nos permiten formular dos representaciones esquemáticas siendo éstas un plano de igual elevación al nivel estático en el período 1968 y otra un plano de igual evolución al nivel estático para el período 1954-1967. (ver plano de igual elevación y evolución al nivel estático).



SIMBOLOGIA

- CURVAS DE IGUAL EVOLUCION PERIODO 1988
- CURVAS DE IGUAL ELEVACION DE NIVEL ESTÁTICO PERIODO 1954-1967

ESCALA 1:125,000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPTACIONAL
 ISMAEL TREJO MENDEZ

ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS
 DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 DE LA CUENCA DE CALERA, ZAC.

PLANO DE IGUAL ELEVACION Y EVOLUCION
 AL NIVEL ESTÁTICO

SAN LUIS POTOSI, S.L.P. 1970

CAPITULO CUARTO

PERFORACION DE LOS POZOS DE ESTUDIO

ANTECEDENTE

No obstante que en la presente zona de estudio se cuenta con un gran número de pozos de los cuales es posible obtener datos que sirvan para realizar un estudio geohidrológico completo, la edad de los pozos siendo del orden de 20 años misma que ya rebasa la vida útil de trabajabilidad, no es posible confiar en la nitidez de los datos extraídos en lo que se refiere a eficiencia real del acuífero.

Por lo anterior, se realizaron 17 pozos de estudio distribuidos en el área del terreno aluvial de la Cuenca de Calera, mismos que han servido para realizar una identificación correcta tanto de la Geología como de la Hidráulica subterránea de la Cuenca.

4:1.- DETERMINACION DE LAS ZONAS DE PERFORACION

Teniendo en cuenta que en la mayor parte de la Cuenca existe material aluvial, se programó la localización de los pozos de estudio; cumpliendo con especificaciones tales como: Una distancia razonable y adecuada para poder ligar los cortes geológicos y a la vez tener una correlación de la variación de los parámetros hidráulicos entre cada uno de los pozos de estudio.

En base al conocimiento superficial de la zona y a la vez la presencia de los pozos perforados de los particulares, nos indican en forma muy general zonas de permeabilidad con

siderable, moderada y casi nula; se ubicaron las localizaciones de los pozos de estudio, tratando de cubrir todas las zonas de variación en la permeabilidad como base para un estudio geohidrológico integral posterior.

4:2.- DATOS GENERALES DE LOS POZOS DE ESTUDIO

POZO CLAVE PZM-3

LOS GRINGOS

Fecha de perforación: 22 de Septiembre de 1972 a 24 -
de Octubre de 1972.

Localización: 2 kilómetros al Este del pobla-
do Los Gringos, Mpio. de More--
los, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - - 22°51'
Longitud al W de Greenwich: - -
102°42'.

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12"

Profundidad: 400 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 30.00 metros a 230.00 metros, posibilidad de producción de pequeños acuíferos intercalados entre arcillas. De - - -
230.00 metros a 330.00 metros, posibilidad de producción de agua en acuíferos con espesores hasta de 3 metros alojados en gravas. De 330.00 metros a 390.00 metros, acuíferos de -
escasa producción por manifestar conglomerados cementados.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PZF-6

NUEVA ROSITA

Fecna de perforación: 4 de Octubre de 1972 a 12 de No

viembre de 1972.

Localización: 3 kilómetros al Este de la Estación de los FF.CC. Morfín Chávez-Mpio. de Fresnillo, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - -23°11'
Longitud al W de Greenwich: - - -102°45'.

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12"

Profundidad: 226 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 16.00 metros a 123.00 metros, se localizan acuíferos --grabo-arenosos. De 123.00 metros a 176.00 metros no existen acuíferos por manifestarse roca sana. De 176.00 metros a 223.00 metros, se encuentran posibilidades de producción de agua por encontrarse roca fracturada.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PZC-10

LAS AURAS

Fecha de perforación: 13 de Noviembre de 1972 a 26 de --Enero de 1973.

Localización: 14 kilómetros al Noreste de la Estación de los FF.CC. de Calera de Victor Rosales, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - -23°05'
Longitud al W de Greenwich- 102°38'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12".

Profundidad: 400 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 28.00 metros a 400.00 metros, acuíferos alojados en material de acarreo con bajas posibilidades de producción, - por manifestarse un alto contenido de material impermeable.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PZF-16

COLONIA HIDALGO

Fecha de perforación: 12 de Diciembre de 1972 a 23 de -
Diciembre de 1972.

Localización: 18 kilómetros en línea recta al -
Sureste de la población de Fresni
llo, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte- - - - - 23°04'

Longitud al W de Greenwich 102°43'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 17"

Profundidad: 200 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 14.00 metros a 200.00 metros, se manifiestan gran cantidad de acuíferos alojados en material de acarreo muy lavado por lo que la producción tiene grandes posibilidades de ser muy abundante.

Finalidad: estudio y riego.

POZO CLAVE PPLC-39

CALERA

Fecha de perforación: 9 de Octubre de 1973 a 8 de Noviem
bre de 1973.

Localización: 4 kilómetros en línea recta al No
roeste de la población de Calera-
de Victor Rosales, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte- - - - - - 25°59'
Longitud al W de Greenwich -102°43'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 6"

Profundidad: 200 metros.

Apreciación del Registro
Eléctrico:

De 0.00 metros a 65.00 metros, escasa posibilidad de produc-
ción por manifestarse material impermeable. De 65.00 metros
a 95.00 metros posibilidad de buena producción por manifes-
tarse acuíferos alojados en material de acarreo con espeso-
res hasta de 4 metros. De 95.00 metros a 108.00 metros ba--
jas posibilidades de producción por manifestarse material -
de grano fino impermeable. De 108.00 metros a 138.00 metros
regulares condiciones de producción por manifestarse acuífe-
ros alojados en material de acarreo con algunos empacamien-
tos de material de grano fino. De 138.00 a 148.00 metros, -
escasas posibilidades de producción por manifestarse mate--
rial de acarreo cementado. De 148.00 metros a 200.00 metros
posibilidad de acuíferos de baja producción por manifestar-
se pocos estratos permeables acompañados de bastante mate--
rial fino que en este caso impermeabiliza la zona.

Finalidad: Estudio y riego.

POLO CLAVE PPZC-40

LAS AURAS

Fecha de perforación: 17 de Octubre de 1973 a 23 de No -
viembre de 1973.

Localización: 15.5 kilómetros al Noreste de la -
población de Calera de Victor Rosa
les, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte- - - - - 23°04'
Longitud al W de Greenwich. 102°37'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12".

Profundidad: 220 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 13.00 metros a 40.00 metros, posibilidad de regular pro-
ducción por detectarse acuíferos en material de acarreo. De
40.00 metros a 115.00 metros acuíferos de muy baja permeabi-
lidad por encontrarse alojados en material de acarreo regu-
larmente cementado. De 115.00 metros a 176.00 metros, acuí-
feros de buena producción por encontrarse en material de --
acarreo con bajo porcentaje de material fino. De 176.00 me-
tros a 218.00 metros, posibilidad de buena producción de --
acuíferos por manifestarse roca alterada y fracturada.

Finalidad: . Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZF-42

PALMIRA

Fecha de perforación: 18 de Octubre de 1973 a 16 de No-
viembre de 1973.

Localización: 15 kilómetros al Sureste de la po-
blación de Fresnillo, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - - 23°08'
Longitud al W de Greenwich 102°41'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 6".

Profundidad: 246 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 16.00 metros a 35.00 metros, bajas posibilidades de producción por manifestarse material impermeable. De 35.00 metros a 155.00 metros posibilidad de buena producción por detectarse una zona de material transportado con una gran cantidad de pequeños acuíferos. De 155.00 metros a 200.00 metros, escasa posibilidad de producción de agua por manifestarse material de acarreo empacado con algún cementante.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZC-44

CIENEGA DE TAPIAS

Fecha de perforación: 2 de Noviembre de 1973 a 21 de Noviembre de 1973.

Localización: 12 kilómetros en línea recta al Noroeste de la población de Calera - de Victor Rosales, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - - $-23^{\circ}02'$
Longitud al W de Greenwich. $102^{\circ}47'$

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12".

Profundidad: 300 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 49.00 metros a 240.00 metros, acuíferos de baja posibilidad de producción por encontrarse alojados en materiales compactos. De 240.00 metros a 300.00 metros acuíferos de media-

na producción por encontrarse alojados en material transportado con regular contenido de material fino.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZC-45

LLANO BLANCO SUR

Fecha de perforación: 13 de Noviembre de 1973 a 4 de Diciembre de 1973.

Localización: 12 kilómetros en línea recta al Noroeste de la población de Calera de Victor Rosales, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - - 23°01'
Longitud al W de Greenwich 102°37'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de Exploración: 12".

Profundidad: 266 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 46.00 metros a 75.00 metros, bajas posibilidades de producción de acuíferos por encontrarse alojados en materiales de acarreo semicompacto. De 75.00 metros a 200.00 metros, acuíferos de baja producción por manifestarse materiales de acarreo con un alto contenido de finos. De 200.00 metros a 263.00 metros, acuíferos de buena producción por encontrarse alojados en material de acarreo con bajo contenido de finos.

Finalidad: estudio y riego.

POZO CLAVE PPZF-46

OJULLOS

Fecha de perforación: 13 de Noviembre de 1973 a 7 de Diciembre de 1973.

Localización: 17 kilómetros al Este de la población de Calera de Victor Rosales,- Zac.

Coordenadas: Latitud Norte- - - - - - - - -23°09'
Longitud al W de Greenwich. 102°37'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12"

Profundidad: 140 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 12.00 metros a 120.00 metros, se manifiestan acuíferos - de alta producción por encontrarse alojados en materiales - de acarreo muy lavado. De 120.00 metros a 138.00 metros, bajas posibilidades de producción por manifestarse una zona - de material suave e impermeable.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZF-47

FELIX U. GOMEZ.

Fecha de perforación: 13 de Noviembre de 1973 a 6 de Diciembre de 1973.

Localización: 3 kilómetros al Oeste de la población Félix U. Gómez, Mpio. de Fresnillo, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte- - - - - - - 23°03'
Longitud al W de Greenwich. 102°47'.

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 6".

Profundidad: 200 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 10.00 metros a 196.50 metros, acuíferos de baja producción por encontrarse alojados en materiales de acarreo con un alto contenido de finos.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZF-48

EL COYOTE

Fecha de perforación: 17 de Noviembre de 1973 a 15 de Diciembre de 1973.

Localización: 28 kilómetros al Este de la población de Fresnillo, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - - - - - -23°09'
Longitud al W de Greenwich. 102°40'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 6".

Profundidad: 276 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 10.00 metros a 164.00 metros, acuíferos de buena producción manifestándose gran cantidad de capas productoras de pequeños espesores alojados en acarreos. De 164.00 metros a 234.00 metros, acuíferos de baja permeabilidad por manifestarse gran cantidad de finos que impermeabilizan esta zona. De 234.00 metros a 274.00 metros, acuíferos de baja permeabilidad manifestándose material aluvial con un alto índice de cementación.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZN-49

MORELOS.

Fecha de perforación: 23 de Noviembre de 1973 a 6 de Diciembre de 1973.

Localización: 20 kilómetros en línea recta al Sur de la población de Calera de Victor Rosales, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte- - - - - 22°45'
Longitud al W de Greenwich. 102°42'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12".

Profundidad: 300 metros.

Apreciación del Registro Eléctrico:

De 31.00 metros a 186.00 metros, acuíferos de mediana producción por encontrarse alojados en material de acarreo conteniendo regular cantidad de finos. De 186.00 metros a 200.00 metros conglomerado con alto índice de cementación con bajas posibilidades como acuífero. De 200.00 metros a 296.00 metros, acuíferos de buena producción por encontrarse alojados en material aluvial con regular contenido de finos.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZC-52

LAS AURAS.

Fecha de perforación: 11 de Diciembre de 1973 a 8 de Enero de 1974.

Localización: 10 kilómetros al Noreste de la población de Calera de Victor Rosales Zac.

Coordenadas: Latitud Norte- - - - - 23°02'
Longitud al W de Greenwich.- 102°38'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12".

Profundidad: 300 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 25.00 metros a 130.00 metros, acuíferos de buena producción por encontrarse alojados en material de acarreo con bajo contenido de finos. De 130.00 metros a 180.00 metros, -- conglomerado altamente cementado con bajas posibilidades como acuífero. De 180.00 metros a 300.00 metros, acuíferos de mediana producción manifestándose alojados en material de acarreo con regular contenido de finos.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZEE-53.

ZARAGOZA.

Fecha de perforación: 13 de Diciembre de 1973 a 25 de --
Enero de 1974.

Localización: 3.5 kilómetros al Este de la pobla-
ción de Enrique Estrada, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte- - - - - 23°00'
Longitud al W de Greenwich.- 102°42'

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 6".

Profundidad: 300 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

De 16.00 metros a 298.00 metros, acuíferos de baja produc- -
ción por encontrarse alojados en material de acarreo con un-
alto índice de finos.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZP-57 POZO DE GAMBOA.

Fecha de perforación: 12 de Enero de 1974 a 26 de Enero de 1974

Localización: 6 kilómetros en línea recta al Oeste de la población de Pozo de Gamboa, Mpio. de Pánuco, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - - $22^{\circ}57'$
Longitud al W de Greenwich $102^{\circ}38'$.

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12".

Profundidad: 208 metros.

Apreciación del Registro Eléctrico:

De 17.00 metros a 182.00 metros, acuíferos de baja permeabilidad por encontrarse alojados en material de acarreo con un alto contenido de finos.

Finalidad: Estudio y riego.

POZO CLAVE PPZP-58 POZO DE GAMBOA.

Fecha de perforación: 2 de febrero de 1974 a 11 de Febrero de 1974

Localización: 4 kilómetros al Noroeste de la población de Pozo de Gamboa, Mpio. de Pánuco, Zac.

Coordenadas: Latitud Norte - - - - - $22^{\circ}56'$
Longitud al W de Greenwich - $102^{\circ}35'$

Método de perforación: Rotatorio.

Diámetro de exploración: 12".

Profundidad: 210 metros.

Apreciación del Registro

Eléctrico:

No se tomó registro eléctrico.

Finalidad: Estudio y riego.

4:3.- TERMINACION DE LOS POZOS DE ESTUDIO

Teniendo en cuenta que los pozos de estudio se encuentran perforados en material de relleno en forma general, se ha diseñado su terminación tomando en consideración la presencia de los diferentes tipos de materiales, las condiciones que se presentaron durante la misma perforación y/u observaciones realizadas por los perforistas, así como el resultado del registro eléctrico obtenido; en cuanto al registro eléctrico no es una idea absoluta en lo referente a la terminación del pozo debido a que en la gran mayoría de los casos es necesario contar con el registro eléctrico de pozos aledaños para establecer comparaciones o lo que es lo mismo, tenerlos como estadística para basarse en la terminación de los pozos de estudio en cuestión.

No obstante que se tiene en la región una gran cantidad de pozos perforados como ya se mencionó anteriormente, los pozos fueron construídos sin ningún registro de taza de penetración para la comparación de las diferentes capas de materiales atravezados, no se obtuvieron cortes geológicos ni registros eléctricos de tal manera que en el caso de nuestros pozos de estudio se han diseñado únicamente basados en los propios datos obtenidos durante la perforación.

Se puede decir que aproximadamente se tienen ubicadas las zonas de mayor o menor permeabilidad por medio de la obtención de datos de geología de campo, pero no se tiene una absoluta seguridad aún con los propios datos recopilados, debido a que se presentan zonas con registro eléctrico de aparente buena o baja permeabilidad.

Se ha escogido un proyecto de terminación en forma general para la totalidad de los pozos, consistente en la construcción de una cámara de bombeo a una profundidad promedio de 100 metros, con una ampliación a la perforación de exploración en los metros siguientes hasta la profundidad total -- del pozo en forma práctica debido a las mismas condiciones ya mencionadas.

El diámetro de la tubería de ademe ha oscilado en su cámara de bombeo de 10" a 16" y en su parte inferior, de 6" a 8" -- de diámetro; solamente en algunos casos como cuando se obtienen materiales de tipo masivo que contienen el agua, no es necesario ademar tales pozos debido a que se pueden explotar con absoluta seguridad las partes de material sano sin necesidad de ademe.

Para el diseño de la cámara de bombeo es necesario tener en cuenta también su nivel estático ó en su caso el nivel de lodos. Terminada la perforación este nivel de lodos puede oscilar tanto hacia arriba como hacia abajo, una vez que -- se limpie, se desarrolle y afore el pozo, el nivel estático aparentemente en la mayor parte de los pozos, no varía mucho con respecto al nivel de lodos, esto nos puede marcar -- a nosotros la idea para poder determinar la profundidad de

la cámara de bombeo, en los casos que durante la perforación se haya observado una aparente buena producción de los acuíferos y exista un nivel estático promedio del orden de los 30 metros, es probable determinar cámaras de bombeo hasta de 100 metros, tratando con esto obtener la mayor eficiencia y utilidad de la misma perforación.

En los casos en que el nivel estático se localice abajo de los 50 metros, será necesario prevenir una cámara de bombeo que oscile entre los 100 y los 150 metros para obtener un gasto adecuado con un nivel dinámico que tenga margen de bajar a la profundidad mencionada, teniendo en cuenta que será más costosa su extracción, pero en las zonas de necesidad extrema, se puede compensar la utilización del agua extraída abajo de los 100 metros comparado esto con el factor económico.

Con respecto a la ubicación de los cedazos se lleva un estricto control químico de las muestras de lodo (en los casos en que se utilice bentonita) ó bien de agua utilizados durante la perforación de un pozo, en cuyo caso se toman muestras a un intervalo promedio de cada 10 metros de profundidad. Una variación alta del contenido de sales en la perforación deberá tenerse en cuenta para prevenir que el agua resultante de un acuífero contaminado se mezcle con agua de buena calidad que emana de los acuíferos que contienen agua dulce.

En este caso se utiliza tubería de ademe lisa para los estratos contaminados y se coloca una lechada de cemento con objeto de sellar completamente las partes mencionadas. Caso semejante cuándo se localiza un estrato arcilloso, se coloca --

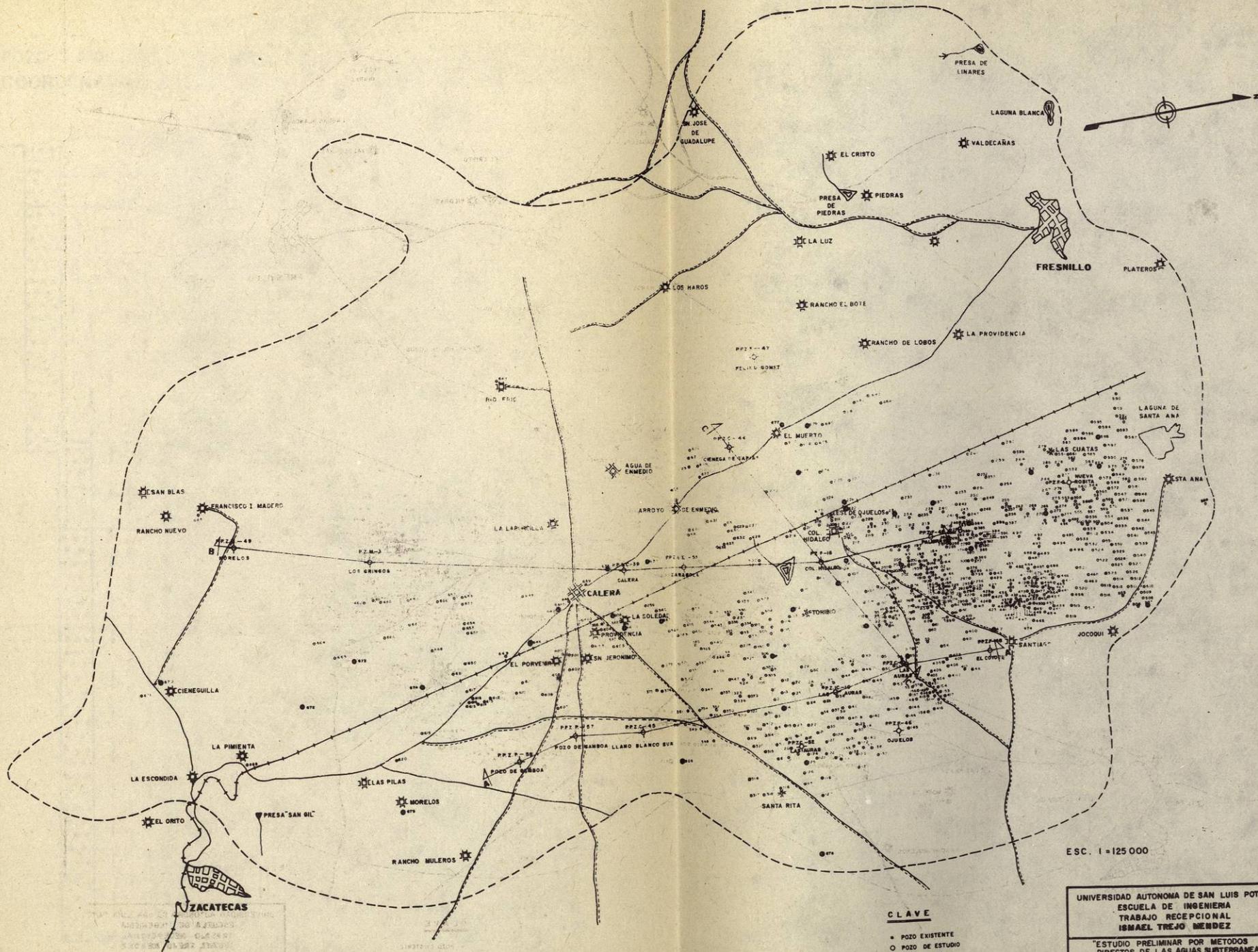
únicamente tubería lisa, pudiendo así recoger la poca agua existente en estos mantos de baja o casi nula permeabilidad.

Para finalizar, a diferencia del caso antes mencionado, se realiza un engravado en el espacio anular entre la tubería de ademe y las ampliaciones de la perforación, mismo que se utilizará como filtro para evitar el azolve rápido del pozo. En el caso que se utilicen cementaciones deberá esperarse un mínimo de 24 horas para el fraguado y enseguida se colocará el filtro de grava respectivo y así sucesivamente. Una vez terminado el engravado se procederá a un lavado de pozo, sustituyendo el lodo de perforación por agua; en los casos en que existan acuíferos areno-arcillosos ó bien se hayan utilizado excesivos lodos bentoníticos se procede a realizar un agitado utilizando un pistón y dispersante de arcillas en cantidad de 20 litros por cada 30 metros de tubería ranurada, debiendo permanecer el dispersante en reposo por lo menos 72 horas con objeto de complementar su acción disolvente.

4:4.- SECCIONES GEOLOGICAS

4:4.1.- DESCRIPCION DE LAS SECCIONES GEOLOGICAS: A-A', B-B' Y C-C'

Las 3 secciones en forma general se componen de material clástico grueso, capas de arenas y gravas de varios tamaños alternadas. Estas capas están intercaladas con estratos de arcilla ó de arcilla-arenosa con espesores generalmente pequeños. Existen sin embargo lentes de arcillas de gran extensión; pero las secciones completas en realidad forman una sola unidad acuífera, (ver plano de localización de pozos).



ESC. 1 = 125 000

- CLAVE**
- POZO EXISTENTE
 - POZO DE ESTUDIO
 - POZO PILOTO
 - SECCION GEOLOGICA
 - SECCION GEOLOGICA
 - SECCION GEOLOGICA
 - POZOS PROFUNDOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPCIONAL
 ISMAEL TREJO MENDEZ

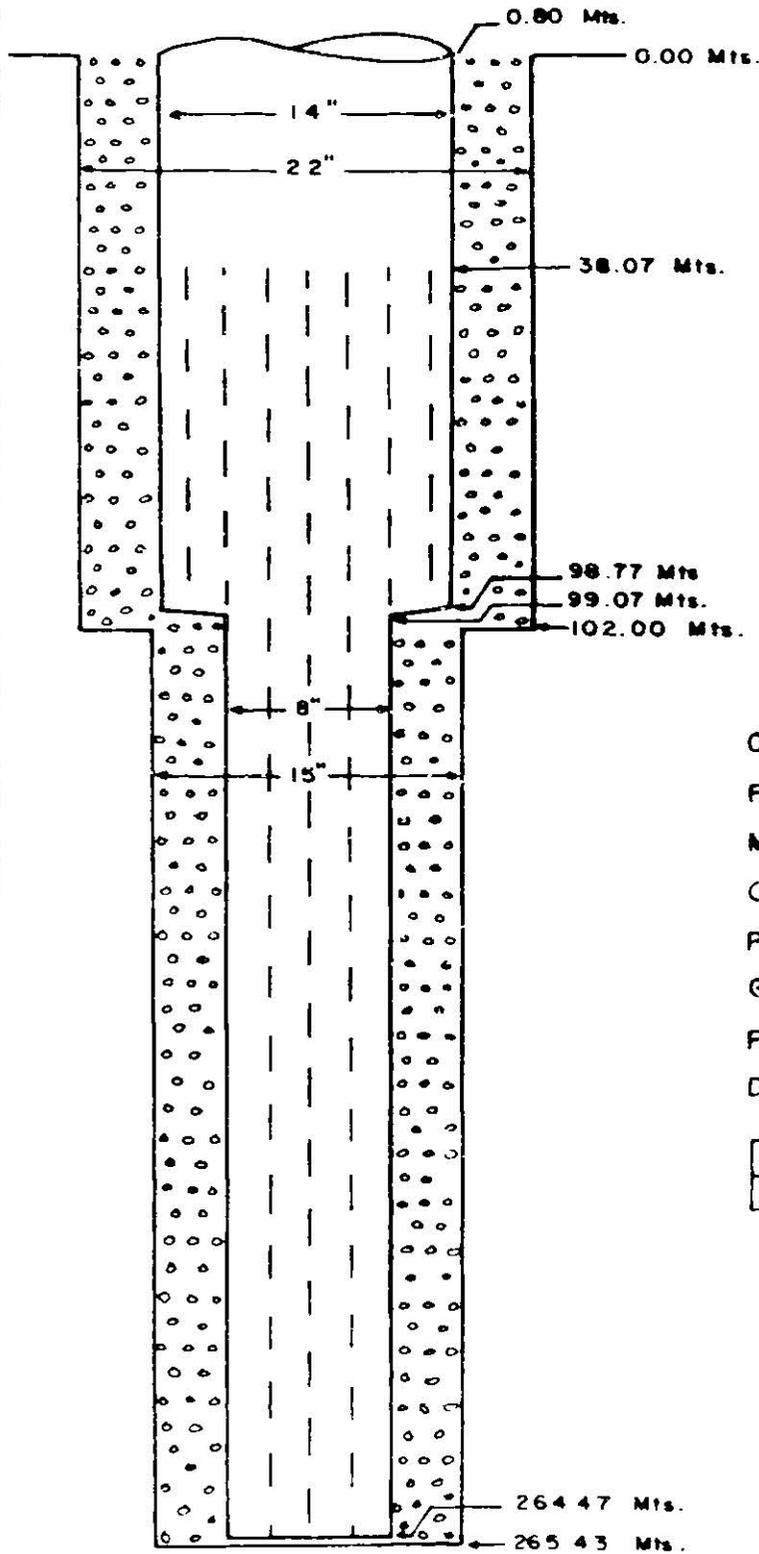
"ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS
 DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 DE LA CUENCA DE CALERA, ZACATECAS"

PLANO DE LOCALIZACION DE POZOS

SAN LUIS POTOSI S. L. P. 1978

CORTE DE TERMINACION

POZO CLAVE P.P.Z.C.-45 LLANO BLANCO UBICACION Llano B. Sur Mpio. Calera
 COORDENADAS 23° 01' - 102° 37' COTA 2118 M. S. N. M.



COMPANIA Ortuzar y Asociados, S. A.

FECHA DE PERFORACION 4-Dic.-1973

METODO DE PERFORACION Circ. directa

OBJETO DE LA PERFORACION Est. y Riego

PROF. AL NIVEL ESTATICO ORIGINAL 42.05 Mts.

GASTO ORIGINAL 44.45 L. P. S.

PROF. AL NIVEL DINAMICO ORIGINAL 92.91 Mts.

DATOS QUIMICOS ORIGINALES _____

Na	Ca	Mg	SO4	CO3	HCO3	CL	STB	PH

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPCIONAL
 ISMAEL TREJO MENDEZ

'ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS DIRECTOS
 DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DE LA --
 CUENCA DE CALERA, ZACATECAS'

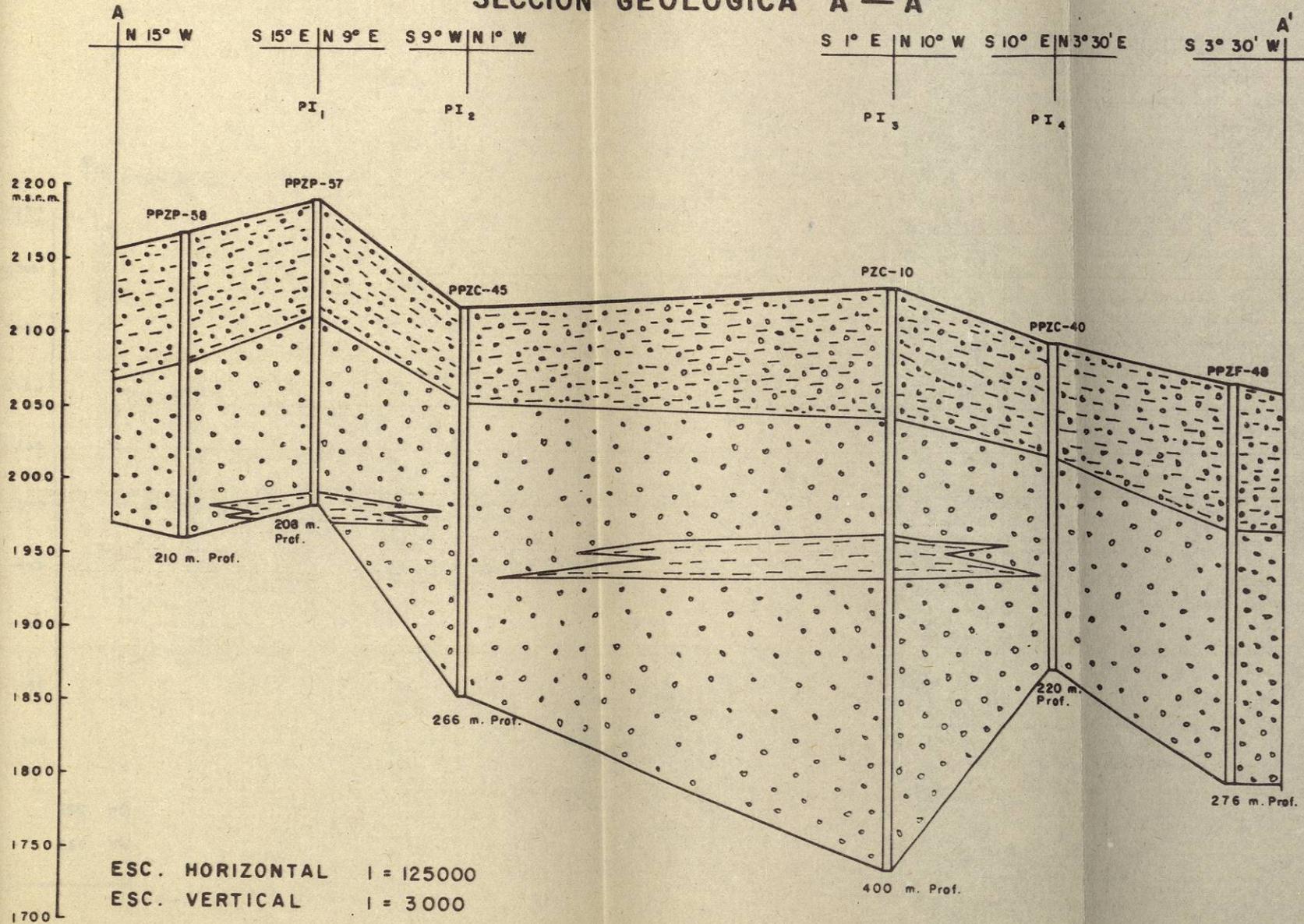
CORTE DE TERMINACION

SAN LUIS POTOSI, S. P. 1976

CUENCA DE CALERA

POZOS PROFUNDOS

SECCION GEOLOGICA A — A'



- SIMBOLOGIA**
- ARCILLA Y GRAVA
 - GRAVA
 - ARCILLA

ESC. HORIZONTAL 1 = 125000
 ESC. VERTICAL 1 = 3000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPCIONAL
 Ismael Trejo Mendez

ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS
 DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 DE LA CUENCA DE CALERA, ZACATECAS

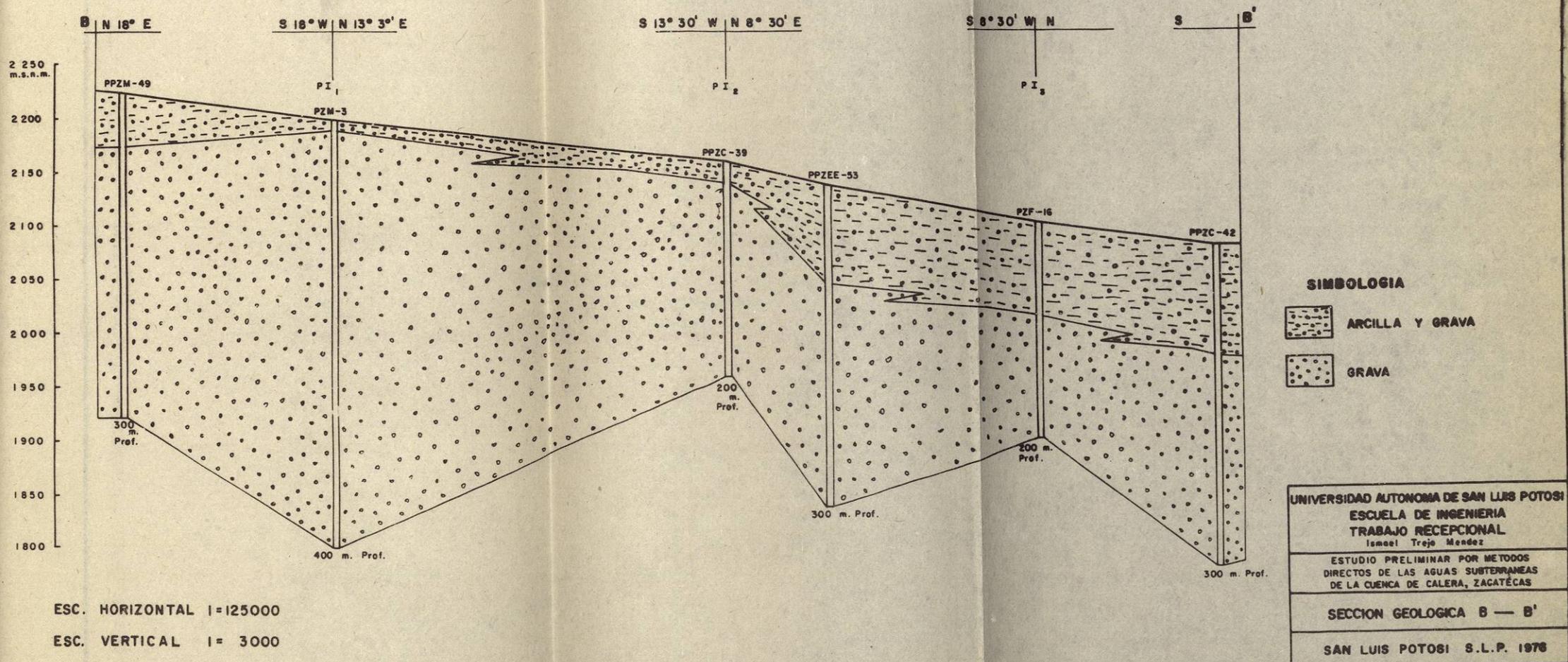
SECCION GEOLOGICA A — A'

SAN LUIS POTOSI S.L.P. 1976

CUENCA DE CALERA

POZOS PROFUNDOS

SECCION GEOLOGICA B — B'



- SIMBOLOGIA**
- ARCILLA Y GRAVA
 - GRAVA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPTACIONAL
 Ismael Trejo Mendez

ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS
 DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 DE LA CUENCA DE CALERA, ZACATÉCAS

SECCION GEOLOGICA B — B'

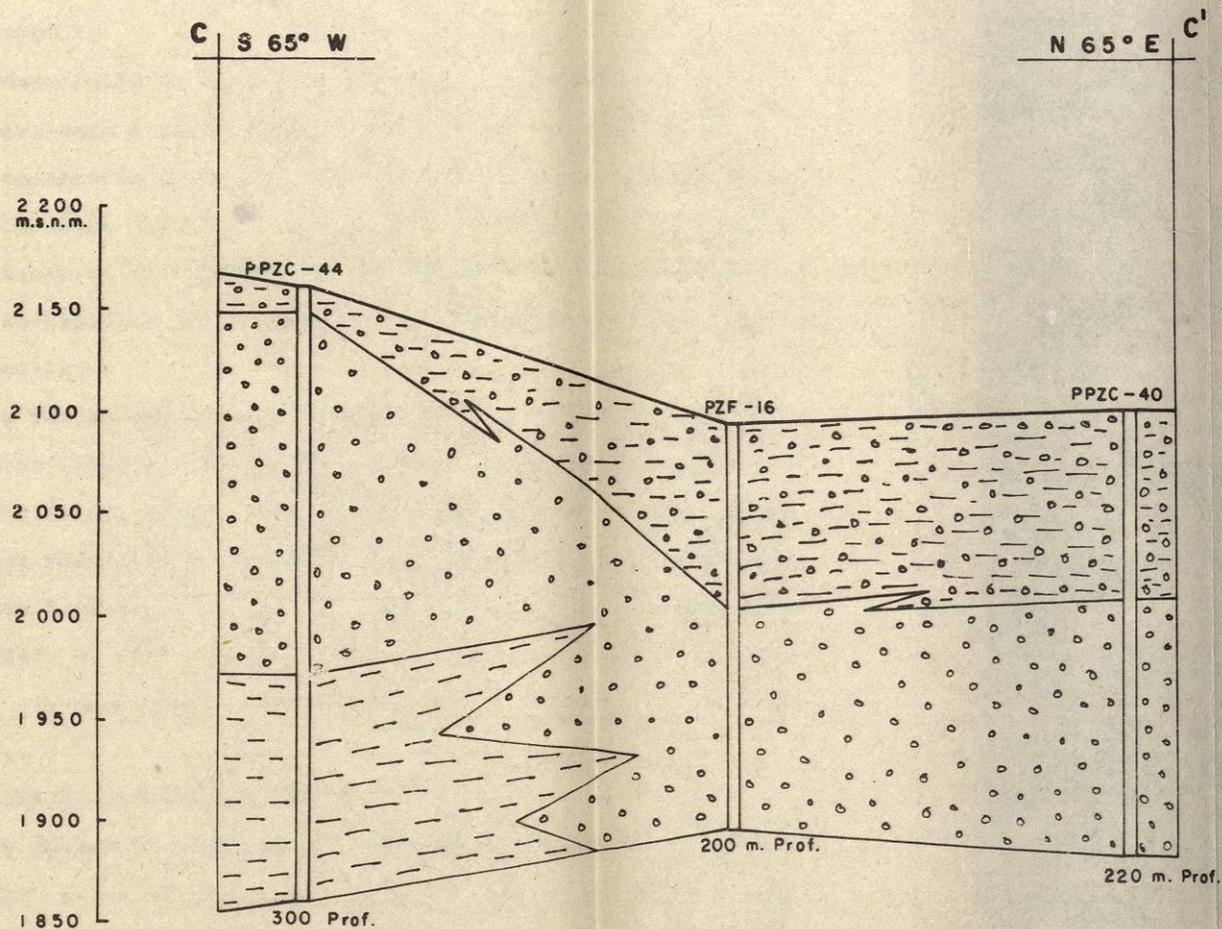
SAN LUIS POTOSI S.L.P. 1976

ESC. HORIZONTAL 1 = 125000
 ESC. VERTICAL 1 = 3000

CUENCA DE CALERA

POZOS PROFUNDOS

SECCION GEOLOGICA C — C'



ESCALA HORIZONTAL 1 = 125 000
 ESCALA VERTICAL 1 = 3 000

SIMBOLOGIA

-  ARCILLA Y GRAVA
-  GRAVA
-  ARCILLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPCIONAL
 Ismael Trejo Mendez

ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS
 DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 DE LA CUENCA DE CALERA, ZACATECAS

SECCION GEOLOGICA C — C'

SAN LUIS POTOSI S.L.P. 1976

CAPITULO QUINTO

DESARROLLO Y AFORO DE LOS POZOS DE ESTUDIO

5:1.- DESCRIPCION DEL DESARROLLO Y AFORO

5:1.1.- DESARROLLO

El desarrollo de un pozo perforado en un medio poroso, es - equivalente a decir limpieza del mismo. En otras palabras - el desarrollo de un pozo consiste en desalojar el fluido de perforación utilizado durante la misma, el cual queda alojado tanto en las paredes del pozo como dentro del acuífero - en un radio de acción variable dependiendo éste de la permeabilidad.

Otro factor importante durante esta limpieza es extraer las arenas finas existentes en las áreas cercanas a la perforación; de tal manera que una vez cumpliéndose con las actividades mencionadas se puede decir que el pozo quedó desarrollado ó limpio. Asimismo se considera que una vez que haya quedado el pozo y el acuífero libres de materiales obturantes, la producción del pozo se realiza en forma "establecida".

5:1.2.- MANERA DE DESARROLLAR LOS POZOS

Para desarrollar un pozo de estudio es necesario empezar un bombeo a las mínimas revoluciones del motor posibles, consiguiendo con esto un caudal muy bajo en el que se observará una gran cantidad de bentonita y arena fina proveniente de los acuíferos.

Una vez que se haya limpiado el agua, se esperará una hora a la misma velocidad de bombeo para pasar a la siguiente e-

tapa.

De acuerdo a lo anterior, se aumentan las revoluciones del motor a criterio y se efectúa el mismo procedimiento arriba mencionado. Esto se realiza sucesivamente hasta llegar a una etapa máxima que como es lógico dependerá de la capacidad del motor y de la producción del pozo.

Al terminar la etapa máxima se efectúa un agitado del pozo para cerciorarse de que se haya liberado de todo el material capaz de obturar los acuíferos. Si durante el agitado se detecta limpia el agua, el pozo quedó desarrollado; pero si con el cambio brusco de velocidad de trabajo del acuífero se detecta material contaminante, se empezará nuevamente un nuevo desarrollo.

El objeto de esta forma de desarrollar el pozo, radica en que cada etapa de bombeo significa una forma diferente de trabajabilidad de los acuíferos; es decir que en cada etapa se liberará una cantidad de material obturante según su posición de acomodo en el medio poroso.

5:1.3.- PRUEBA DE AFORO

Una vez terminado el desarrollo, el pozo estará en condiciones de efectuarle la prueba de aforo con el requerimiento de que el nivel estático deberá estar recuperado cuando menos el 85% de su valor real.

Se elegirán dentro del campo de bombeo posible, cuatro valores de caudal, mismos que se llevarán a efecto uno tras otro, en sucesión creciente primero y decreciente después, según se indica a continuación:

Primer caudal	6 horas.
Segundo caudal.	6 horas.

Tercer caudal 6 horas.
Cuarto caudal 6 horas.
Quinto caudal-Tercer caudal 6 horas.
Sexto caudal-Segundo caudal 6 horas.
Séptimo caudal-Primer caudal. 6 horas.

Se entiende en lo anterior, que los caudales son crecientes del primero al cuarto, siendo la duración total del bombeo de 42 horas. Las lecturas se efectúan en la siguiente forma:

A los 15 seg., 30 seg., 45 seg., 1 min., 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 150 y sucesivamente cada 30 min.; esta forma de observaciones se realizará en cada etapa para la profundidad al nivel dinámico y caudal correspondiente.

Una vez suspendido el bombeo se observará la recuperación del nivel dinámico hasta un tiempo en el cual prácticamente ya no varíe, realizándose las lecturas del nivel en la forma descrita para las etapas de bombeo; quedando con esto finalizada la prueba de aforo.

5:2.- PRUEBA DE ETAPAS

Con objeto de comprobar que un pozo se encuentra desarrollado, se efectúa la presente prueba que consiste en utilizar los datos de tres etapas seguidas durante el aforo, ya sea en orden descendente ó ascendente utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{Q} = \alpha + \beta Q$$

En la cual es la inversa del gasto específico, α es una función de las características del acuífero y β fun-

ción del radio, construcción y condiciones del pozo.

En este caso utilizaremos el método gráfico el cual es realmente sencillo y su exactitud depende del cuidado con que se efectúe.

Si un pozo se bombea con un gasto constante después de cierto tiempo, el nivel dinámico tenderá a establecerse, con lo cual se obtendrá un valor determinado de Q y $\frac{A}{a}$. Una vez cumpliendo las condiciones mencionadas se aumentan las revoluciones de la bomba, es decir, se aumenta el gasto y el nuevo nivel al establecerse proporcionará un nuevo valor --

$$Q_2 \text{ y } \frac{A_2}{a_2}$$

Si la misma operación se repite tres ó más veces, se irán obteniendo valores para Q y $\frac{A}{a}$, los cuales graficados en escalas normales proporcionarán una línea recta. Con la obtención de esta línea, prácticamente quedan definidos los valores de α y B , ya que α es la ordenada al origen y B la pendiente. Se ha escogido el pozo clave PFZC-52 ubicado en Calera de Victor Rosales, Zac.

En el ejemplo se puede observar que la recta obtenida resultó con pendiente positiva, manifestando con esto ser un pozo completamente desarrollado. En caso de que la recta resultara con pendiente negativa, infinita ó cero, se tendrá que realizar un nuevo bombeo para tratar de desarrollar el pozo.

Cabe hacer notar que existen pozos que no se desarrollan inmediatamente; a veces con duración de años, habiendo también pozos que nunca se desarrollan.

DATOS DE LA PRUEBA DE ETAPAS EFECTUADA EN EL
POZO CLAVE PPZC-52 UBICADO EN CALERA DE VIC-
TOR ROSALES, ZAC.

NIVEL ESTATICO : 28.82 M.

FECHA HORA	LECTURA SONDA (MTS.)	R.P.M.	H (CMS)	GASTO "Q" L.P.S.	OBSERVACIONES
17/2/74					
20:01	44.63	1,350	28	65.15	Reduccion de 8" de ϕ
20:02	45.80	"	30	67.50	
20:03	48.11	"	29	66.40	
20:04	48.53	"	28	65.15	
20:05	48.73	"	27	64.00	
20:06	48.81	"	27	64.00	Agua clara
20:07	49.10	"	27	64.00	
20:08	49.33	"	26	62.80	
20:09	49.39	"	27	64.00	
20:10	49.47	"	27	64.00	
20:12	49.84	"	27	64.00	
20:15	49.93	"	26	62.80	
20:20	49.95	"	27	64.00	
20:25	50.39	"	28	65.15	
20:30	50.58	"	28	65.15	
20:35	50.61	"	28	65.15	Agua clara
20:40	50.80	"	27	64.00	
20:45	50.91	"	28	65.15	
20:50	50.93	"	28	65.15	
21:00	51.03	"	28	65.15	
21:10	51.16	"	26	62.80	
21:20	51.36	"	26	62.80	
21:30	51.37	"	26	62.80	
21:40	51.44	"	26	62.80	
22:00	51.37	"	26	62.80	
22:30	51.50	"	27	64.00	
23:00	51.62	"	27	64.00	
23:30	51.79	"	27	64.00	
0:00	51.89	"	27	64.00	
18/2/74					
0:30	51.96	"	26	62.80	Agua clara
1:00	52.21	"	26	62.80	
1:30	52.34	"	26	62.80	
2:00	52.48	"	26	62.80	
SEGUNDA ETAPA.					
2:01	56.53	1,450	27	64.00	
2:02	56.21	"	28	65.15	
2:03	56.27	"	27	64.00	
2:04	56.54	"	28	65.15	Agua clara
2:05	57.32	"	28	65.15	
2:06	58.22	"	28	65.15	
2:07	59.08	"	28	65.15	

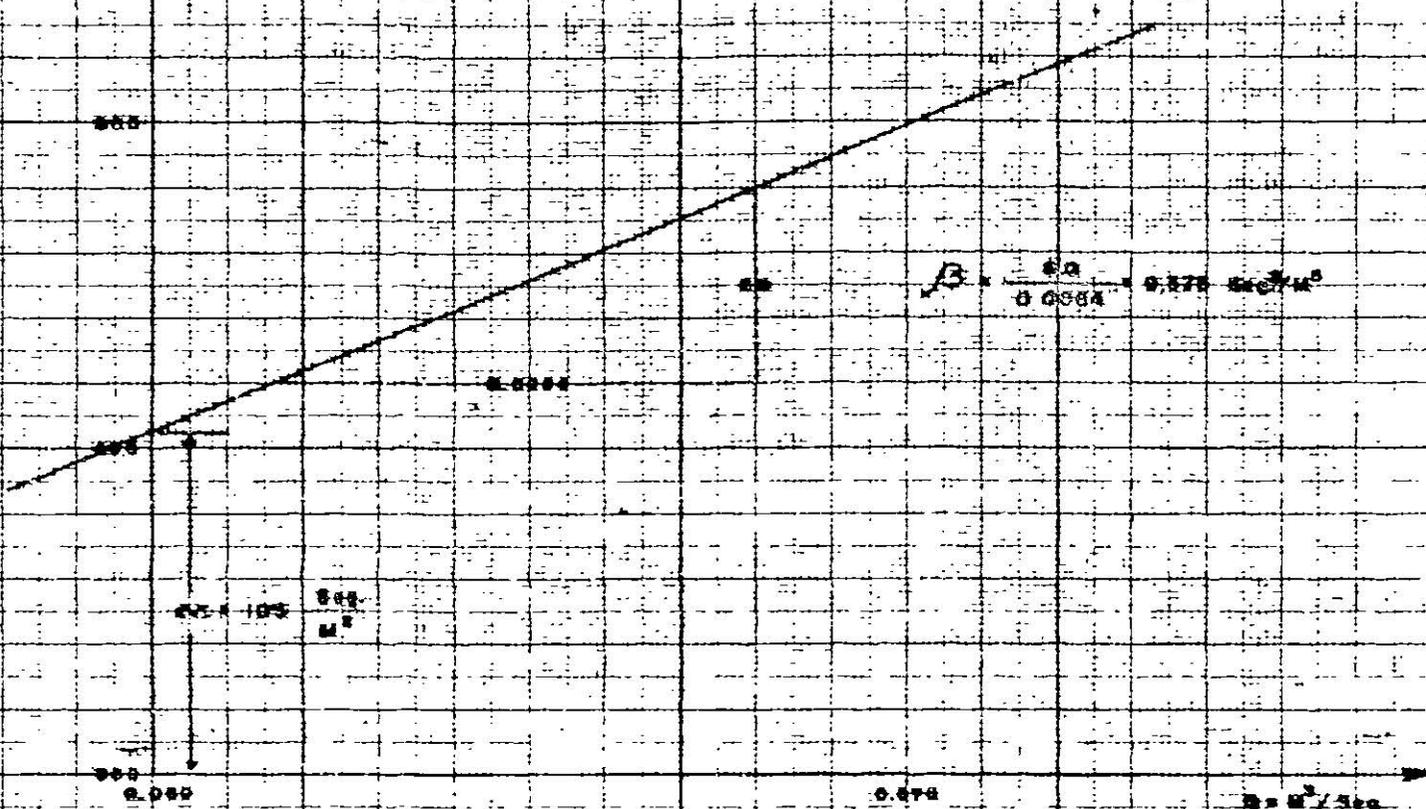
FECHA HORA	LECTURA SONDA (MTS.)	R.P.M.	H (CMS)	GASTO "Q" L.P.S.	OBSERVACIONES
2:08	58.86	1,450	28	65.15	
2:09	58.89	"	28	65.15	
2:10	59.06	"	28	65.15	
2:12	59.04	"	27	64.00	Agua clara
2:15	59.03	"	27	64.00	
2:20	59.03	"	27	64.00	
2:25	58.85	"	28	65.15	
2:30	58.87	"	27	64.00	
2:35	58.90	"	27	64.00	
2:40	58.92	"	28	65.15	
2:45	58.94	"	28	65.15	
2:50	58.96	"	28	65.15	
3:00	58.96	"	28	65.15	
3:10	58.98	"	28	65.15	
3:20	59.10	"	28	65.15	Agua clara
3:30	59.12	"	28	65.15	
3:40	59.10	"	28	65.15	
4:00	58.25	"	28	65.15	
4:30	58.67	"	28	65.15	
5:00	58.50	"	28	65.15	
5:30	58.50	"	28	65.15	
6:00	58.49	"	28	65.15	
6:30	58.49	"	28	65.15	
7:00	58.49	"	28	65.15	
7:30	58.49	"	28	65.15	Agua clara
8:00	58.49	"	28	65.15	
TERCERA ETAPA.					
8:01	60.18	1,550	40	78.00	
8:02	60.78	"	38	76.00	
8:03	60.88	"	38	76.00	
8:04	60.97	"	40	78.00	
8:05	61.11	"	38	76.00	
8:06	61.24	"	38	76.00	
8:07	61.31	"	38	76.00	
8:08	61.35	"	38	76.00	Agua clara
8:09	61.38	"	38	76.00	
8:10	61.49	"	36	74.00	
8:12	61.59	"	36	74.00	
8:15	61.59	"	35	72.98	
8:20	61.63	"	35	72.98	
8:25	61.72	"	34	71.85	
8:30	61.67	"	34	71.85	
8:35	61.99	"	33	70.70	Agua clara
8:40	61.99	"	33	70.70	
8:45	61.99	"	33	70.70	
8:50	62.00	"	33	70.70	
9:00	62.00	"	33	70.70	
9:10	62.15	"	33	70.70	
9:20	62.48	"	33	70.70	Agua clara
9:30	62.60	"	32	69.65	
9:40	63.40	"	32	69.65	

FECHA HORA	LECTURA SONDA (MTS.)	R.P.M.	H (CMS)	GASTO "Q" L.P.S.	OBSERVACIONES
10:00	63.40	1,550	32	69.65	
10:30	63.40	"	32	69.65	
11:00	63.40	"	32	69.65	
11:30	63.40	"	32	69.65	
12:00	63.40	"	32	69.65	Agua clara.
12:30	63.40	"	32	69.65	
13:00	63.40	"	32	69.65	
13:30	63.40	"	32	69.65	
14:00	63.40	"	32	69.65	

RESULTADO DE LA PRUEBA DE ETAPAS EFECTUADA EL DIA 17 DE FEBRERO DE 1974 EN EL POZO CLAVE PPZC-52 CALERA DE V. ROSALES

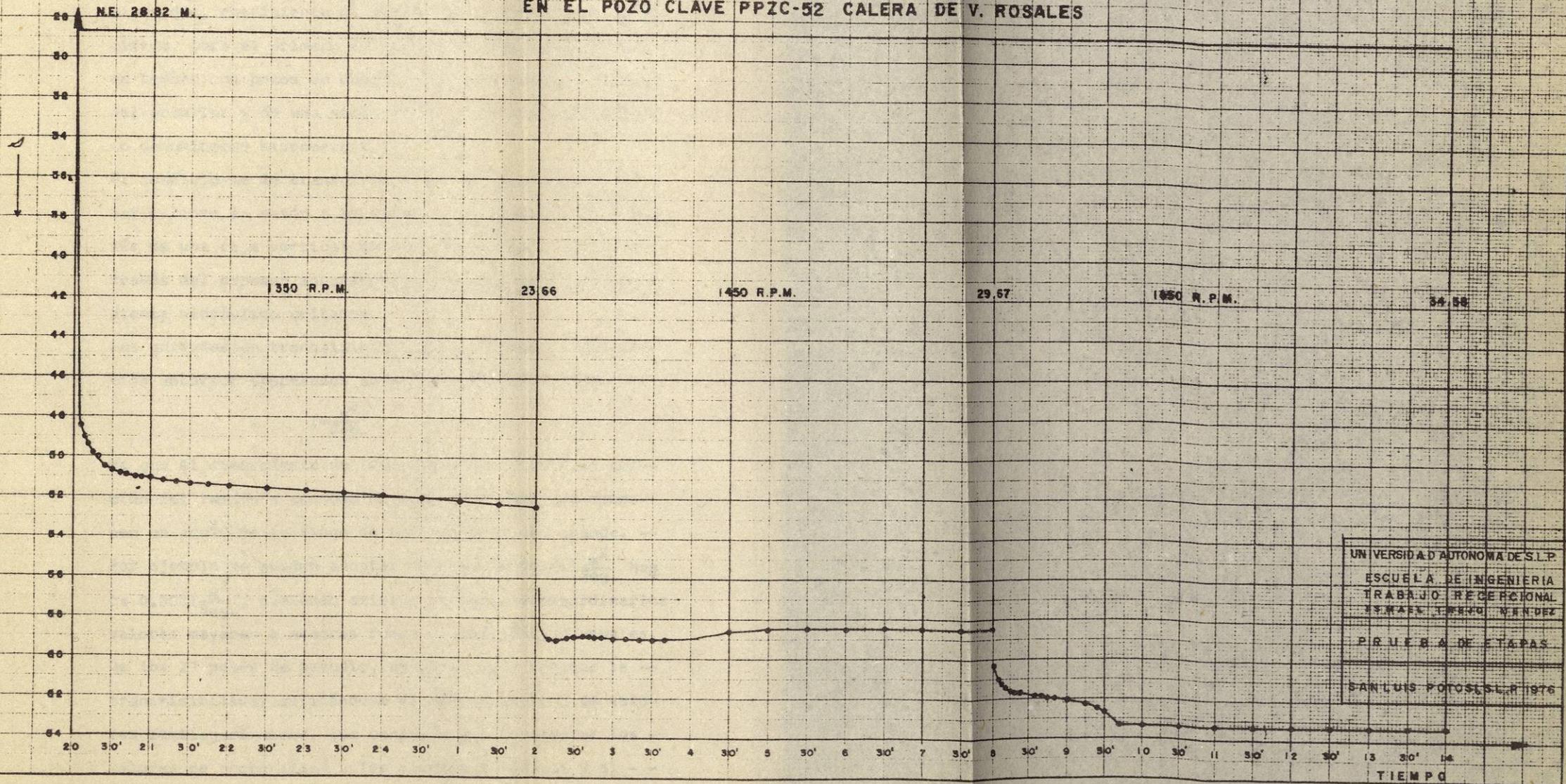
Δ/Q (Seg/M)

ETAPA	H (M)	Q M ³ /Seg	Δ/Q Seg/M
1	23.66	0.0614	376.75
2	29.87	0.0658	454.08
3	34.98	0.0697	519.12



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE S.L.P.
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPTIVO
 JESÚS TRUJILLO MENDOZA
 RESULTADO DE LA PRUEBA DE ETAPAS
 SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P. 1974

PRUEBA DE ETAPAS EFECTUADA
 EL DÍA 17 DE FEBRERO DE 1974
 EN EL POZO CLAVE PPZC-52 CALERA DE V. ROSALES



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE S.L.P.
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO REGERCIONAL
 ISMAEL TERREO VANDER

PRUEBA DE ETAPAS

SAN LUIS POTOSI, S.L.P. 1976

5:3.- TRANSMISIBILIDADES

De los parámetros hidráulicos que se pueden obtener -- en una prueba de bombeo, en este trabajo es posible aplicar el coeficiente de transmisibilidad, ya que los -- otros dos, coeficiente de almacenaje y rendimiento específico, para el primero es necesario efectuar pruebas -- de bombeo con pozos de observación y el segundo depende del anterior y de una serie de datos de tipo estadístico denominados hidrometría.

El coeficiente de transmisibilidad de un acuífero, se -- define como la razón a la que el agua puede fluir a través de una faja vertical de ancho unitario y correr a -- través del espesor saturado del acuífero bajo un gradiente hidráulico unitario.

Las unidades de transmisibilidad atendiendo la definición anterior expresados en el sistema M.K.S. son:

$$T = \frac{m^2}{Seg.}$$

Ya que el coeficiente de transmisibilidad está en función del tamaño y acomodo de las partículas que componen un acuífero su rango de variación es muy grande. -- Por ejemplo se pueden adoptar valores desde $0.1 \frac{m^2}{Seg.}$ hasta $0.0001 \frac{m^2}{Seg.}$, pudiendo existir en casos extraordinarios valores mayores o menores fuera de los límites usuales. De los 17 pozos de estudio, en 14 se pudo obtener la -- transmisibilidad aplicándose el método gráfico de valores semilogarítmicos, que consiste en representar los -- valores de profundidad a los niveles dinámicos y el -- tiempo en una escala semilogarítmica; aplicando poste--

riormente la siguiente fórmula de transmisibilidad:

$$T = \frac{0.183 Q}{S}$$

En que Q representa el caudal establecido en $\frac{m^3}{Seg.}$, S es el incremento de abatimiento del nivel dinámico para un período de tiempo que comprenda un ciclo en la escala logarítmica expresado en metros y el valor constante 0.183 proviene de la deducción práctica y pruebas de laboratorio para la aplicación de la fórmula de transmisibilidad.

Ya que el número de pozos en los cuales se pudo obtener la transmisibilidad, los valores obtenidos manifiestan una cierta semejanza misma que permitió agrupar los valores más cercanos y establecer un promedio de transmisibilidades para cuatro diferentes zonas de la Cuenca de Calera, como se representan en el plano de transmisibilidades. Un ejemplo del cálculo de transmisibilidad para un pozo está representado en la siguiente gráfica, habiéndose aplicado el mismo método para los valores restantes que aparecen en el plano de transmisibilidades.

9073) Nº PZF-16

FECHA 4-I-73

0 110.90

PRUEBA DE RECUPERACION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE S L P

ESCUOLA DE INGENIERIA

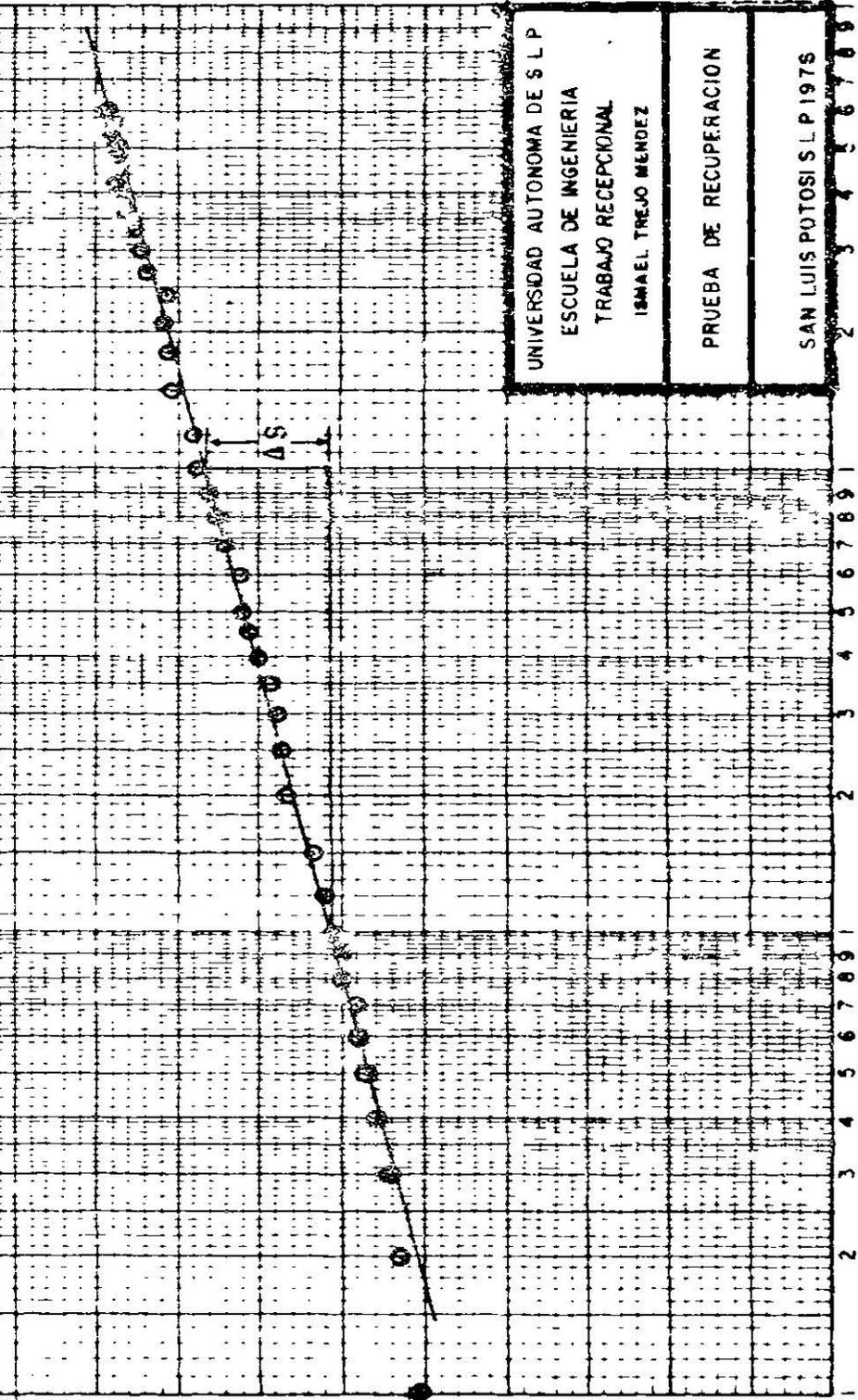
TRABAJO RECEPCIONAL

ISMAEL TREJO MENDEZ

PRUEBA DE RECUPERACION

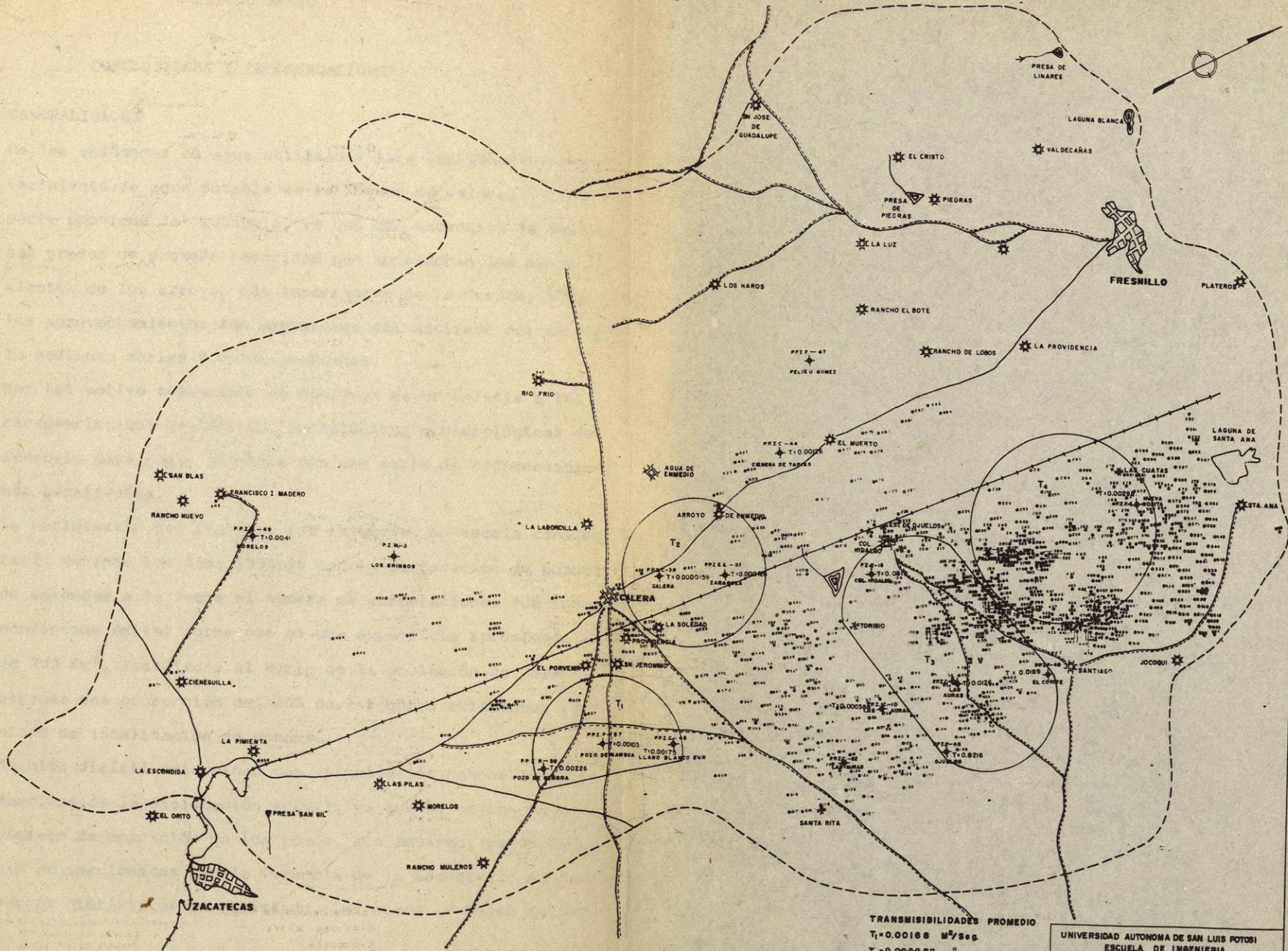
SAN LUIS POTOSI S L P 1973

$T = \frac{0.185 \times 2}{0.63}$
 $T = \frac{0.185 \times 2}{0.63}$
 $T = 0.592 \text{ M} \approx 59 \text{ cm}$



t en minutos

PROFUNDIDAD DEL NIVEL DINAMICO EN MTS



TRANSMISIBILIDADES PROMEDIO

$T_1 = 0.00168 \text{ m}^2/\text{seg}$

$T_2 = 0.000989 \text{ ''}$

$T_3 = 0.0211 \text{ ''}$

$T_4 = 0.00259 \text{ ''}$

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
 ESCUELA DE INGENIERIA
 TRABAJO RECEPCIONAL
 ISMAEL TREJO MENDEZ

"ESTUDIO PRELIMINAR POR METODOS
 DIRECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
 DE LA CUENCA DE CALERA, ZAC.

PLANO DE TRANSMISIBILIDADES,

SAN LUIS POTOSI, S.L.P. 1978.

ESCALA 1:125,000

CAPITULO SEXTO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6:1.- GENERALIDADES

De los volúmenes de agua utilizados para irrigación y abastecimiento de agua potable en la Cuenca de Calera, la mayor parte proviene del subsuelo, ya que con excepción de algunas presas de pequeña capacidad que aprovechan los escurrimientos de los arroyos más importantes de la Cuenca, todos los aprovechamientos son explotados del acuífero del subsuelo mediante norias y pozos profundos.

Por tal motivo trataremos de darle un mayor énfasis a las características geológicas, morfológicas e hidrológicas del subsuelo para poder concluir con una serie de recomendaciones pertinentes.

La explotación del acuífero fué iniciada, en escala considerable durante los años 1954-55 con la perforación de pozos; de entonces a la fecha el número de perforaciones fué incrementándose en tal forma que en una superficie aproximada -- de 300 Km², localizada al Norte de la población de Calera -- alcanza una proporción del 80% de los pozos existentes (ver plano de localización de pozos).

Resulta difícil determinar con aproximación razonable la -- magnitud de la explotación actual, ya que se desconoce el -- régimen de operación de los pozos, sin embargo, según informes proporcionados por la Gerencia de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en el Estado, los pozos trabajan en con-

junto de una forma constante en el período Noviembre-Mayo,-- permaneciendo prácticamente inactivos durante el resto del año.

Es por eso, que en lugar de buscar una cuantificación de las extracciones del acuífero, buscamos las normas que rigen el comportamiento del mismo, de acuerdo con sus datos piezométricos, que nos ayudaron a trazar las gráficas de igual evolución al nivel estático (1954-1967) y la de igual elevación al nivel estático (1968).

6:2.- CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, es posible llegar al siguiente sumario de conclusiones:

- 6:2.1.- La zona de Calera es una Cuenca cerrada limitada al Oriente, Sur y Poniente por macizos montañosos impermeables y hacia el Norte por lomeríos suaves que permiten la infiltración. - Las montañas están constituidas por rocas volcánicas, mientras que los lomeríos están formados por rocas sedimentarias.
- 6:2.2.- La parte central de la Cuenca es una llanura formada por rellenos aluviales de más de 100 M. de espesor, dichos rellenos están constituidos de una mezcla de materiales granulares intercalados con tobas redepositadas que forman en conjunto el acuífero de Calera.
- 6:2.3.- La recarga principal del acuífero de la Cuenca de Calera, tiene lugar al Sur y al Oeste, por la infiltración a lo largo del cauce de los arroyos y también, probablemente, por la infiltración de aguas meteóricas en el contacto entre los rellenos del valle y las formaciones prácticamente impermeables que constituyen la zona montañosa.
- 6:2.4.- La salida del flujo subterráneo tiene lugar por el límite Nor

te de la Cuenca, con un caudal que ha disminuído como consecuencia de la explotación.

6:2.5.- Para la configuración de las curvas de igual evolución al nivel estático, se supuso que los abatimientos progresivos se iniciaron en el período de bombeo 1954-55, aceptándose que el bombeo en años anteriores no produjo en el acuífero abatimientos apreciables.

Estas curvas de igual evolución al nivel estático, nos muestran los abatimientos totales producidos al acuífero en el período completo de observación, los cuales han alcanzado valores hasta de 7 metros en toda el área de concentración de pozos y un máximo de 20 metros en algunos de ellos.

6:2.7.- De acuerdo con las gráficas de igual evolución al nivel estático y la de igual elevación al nivel estático podemos deducir que el abatimiento progresivo de los niveles estáticos nos indican que la explotación rebasa la recarga natural del acuífero.

6:3.- RECOMENDACIONES

Con el objeto de llegar a una mejor comprensión de las condiciones de la Cuenca de Calera, se puede recomendar el siguiente programa de investigación:

6:3.1.- Recopilación de todo tipo de datos disponibles y elaboración de planos de campo.

6:3.2.- Iniciar la hidrometría de las extracciones de agua subterránea mediante la instalación de medidores en los equipos de bombeo o en su defecto mediante aforos y pruebas de etapas periódicas y representación gráfica de los resultados.

6:3.3.- Incrementar las instalaciones climatológicas en la Cuenca, es

pecialmente en las zonas montañosas, para tener un mejor conocimiento de la climatología de la región.

- 6:3.4.- No interrumpir por ningún motivo las observaciones piezométricas de los pozos piloto, y de ser posible aumentar el número de éstos para tener un mejor conocimiento de la configuración de la superficie piezométrica y su evolución.
- 6:3.5.- Efectuar la reposición de pozos profundos.
- 6:3.6.- Realizar sondeos exploratorios en las calizas y material extrusivo (riolita y tobas riolíticas), con el fin de investigar sus características geohidrológicas.

CAPITULO SEPTIMO

7:1.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALVAREZ JR., MANUEL. Apuntes de la clase de Geología de México. Escuela de Ingeniería U.A.S.L.P. 1966 (inédito)
- 2.- BILLINGS MARLAND P. Geología Estructural, 2a. Ed. Buenos Aires. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1965, -- 538 p.
- 3.- LONGWELL, CHESTER R Y FLINT RICHARD F. Geología Física, -- 1a. Ed. México, Editorial Limusa-Wiley, 1965, 531 p.
- 4.- INGESA. Estudio Geohidrológico de la zona de Calera, Zac. S.R.H. 1969 (inédito).
- 5.- ORTIZ FERNANDEZ, FRANCISCO. " Aplicaciones de las pruebas de bombeo" 1969 (Tesis profesional).
- 6.- PLANIMEX Ingenieros Consultores S.A. Estudio Geohidrológico de los acuíferos en el Valle del Rio Mayo, Sonora, S.- R. H. 1969 (inédito).
- 7.- LAHEE, FREDERIC H. Geología Práctica. Trad. Dr. Rafael -- Caudel Vila. 3a. Ed. Barcelona, Editorial Omega, 1965. -- 531 p.
- 8.- CAMBERFORT, H. Perforaciones y Sondeos, Trad. Ing. Angel-Rodríguez Paradinas. 2a. Ed. Barcelona, Editorial Omega, -- 1968. 434 p.
- 9.- IGULRAVIDE NAVARRO, LUIS " Estudio Preliminar de los Acuíferos del Valle de Guaymas". 1969. (Tesis Profesional).
- 10.- RODRIGUEZ CASTRO, HECTOR. Exploración y estudios de las -- aguas subterráneas del Valle del Mayo, Sonora 1970 (Te-- sis Profesional).

