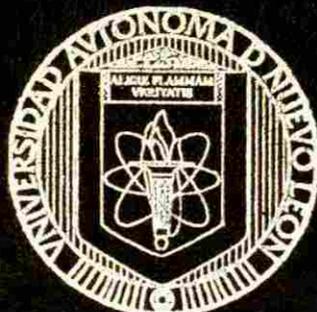


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**CARACTERIZACION DEL ACUIFERO DE
CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**POR
LUCIANO HERNANDEZ GARCIA**

**COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN
HIDROLOGIA SUBTERRANEA**

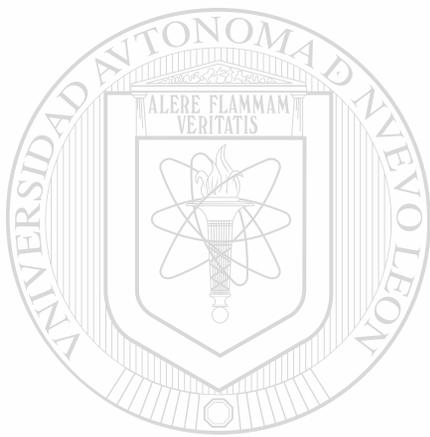
MARZO, 1999

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

CARACTERIZACIÓN DEL ACUIFERO DE CIUDAD UNIVERSITARIA
UNIVERSITARIA L.H.C.

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

10332



UANL

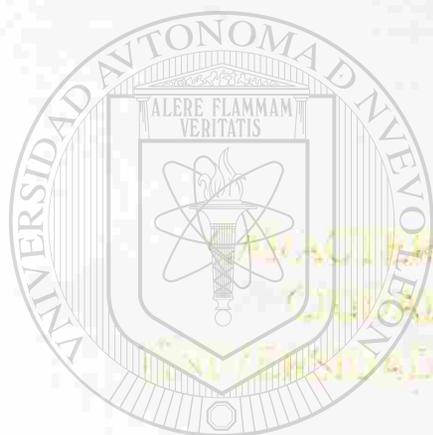
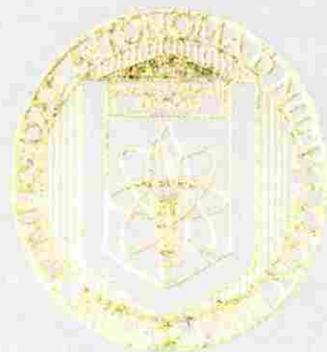
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
AUTORIZACIÓN DEL ACUERDO DE
CONVENIO INTERUNIVERSITARIO DE LA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
LUCIANO HERNÁNDEZ GARCÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

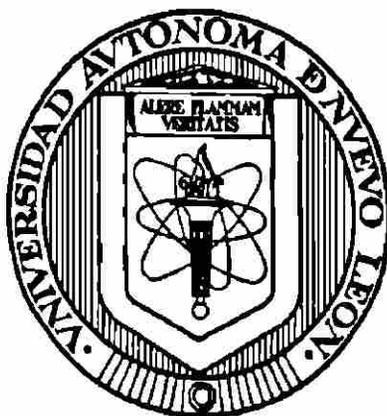
®

COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

MARZO, 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Facultad de Ingeniería Civil



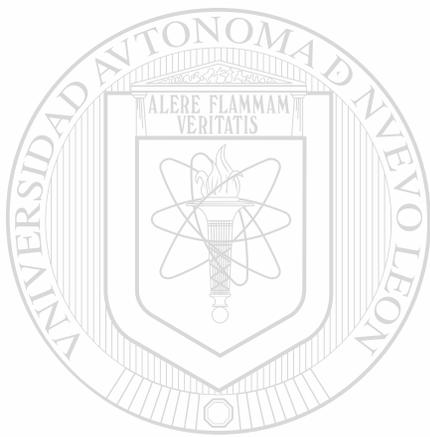
Caracterización del Acuífero de Ciudad Universitaria de la Universidad
Autónoma de Nuevo León

Por:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
LUCIANO HERNÁNDEZ GARCÍA ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS con especialidad en
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Marzo, 1999

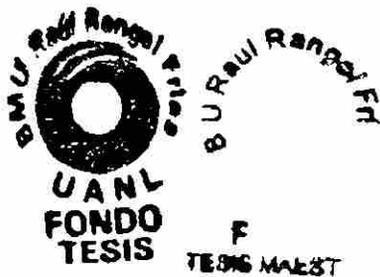


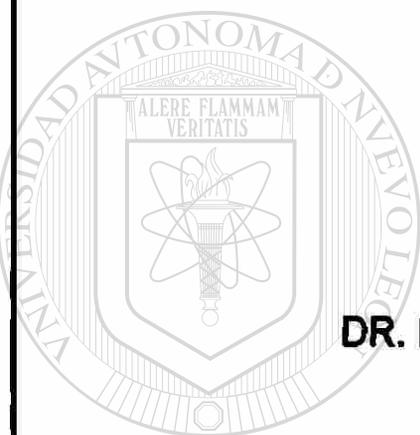
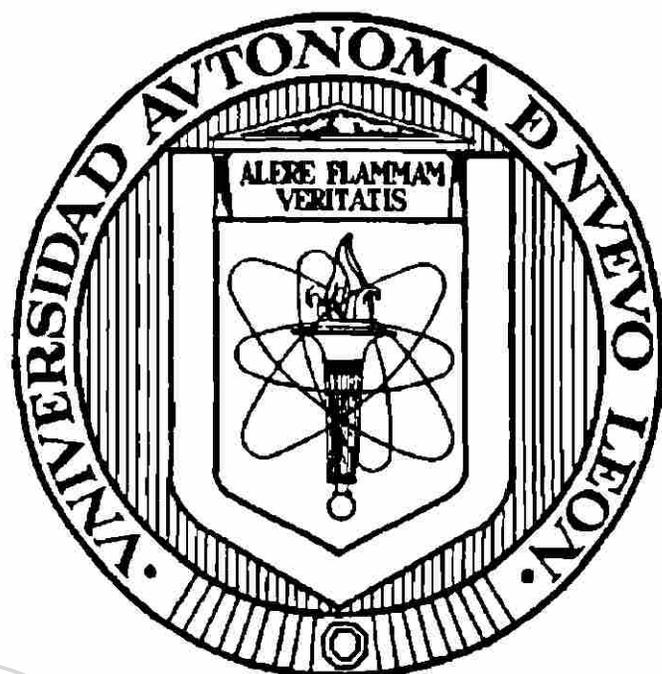
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





RECTOR
DR. REYES TAMEZ GUERRA

SECRETARIO GENERAL
DR. LUIS J. GALÁN WONG
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SECRETARIO ACADÉMICO
ING. JOSÉ A. GONZÁLEZ TREVIÑO

DIRECTOR GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO
DR. UBALDO ORTÍZ MÉNDEZ

**CARACTERIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE CIUDAD UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

Aprobación de la Tesis:



M.C. Rogelio Chávez Sánchez

Asesor de la Tesis



M.C. José M. Rojas Ruiz

Coasesor de la Tesis



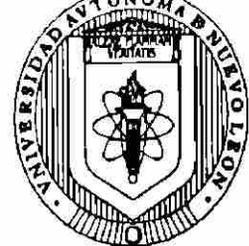
M.C. Víctor M. Aguilera Reyes

Revisor

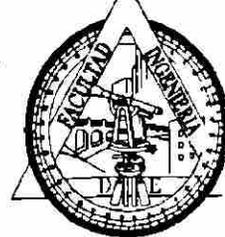


Dr. Ricardo González Alcorta

Secretario de Postgrado



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSGRADO



MONTERREY, N.L., ABRIL 19, 1999.

ING. LÁZARO VARGAS GUERRA
DIRECTOR DEL DEPTO. ESCOLAR Y
DE ARCHIVO DE LA U.A.N.L.
TORRE DE RECTORÍA
PRESENTE.-

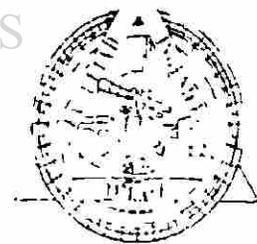
Estimado Ing. Vargas:

Por este conducto me permito comunicarle que el **ING. LUCIANO HERNÁNDEZ GARCÍA**, pasante de la **MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**, ha solicitado su examen de Grado, para lo cual ha cubierto la totalidad de los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución. Le pido amablemente girar las instrucciones necesarias para el trámite correspondiente en el Departamento a su digno cargo.

Sin otro particular de momento, me es grato enviarle un cordial saludo y reiterarme a sus respetables órdenes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

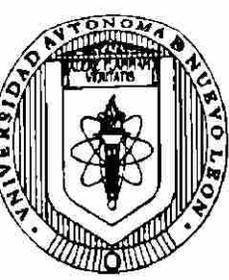
ATENTAMENTE,
“ ALERE FLAMMAM VERITATIS “
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
EL SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSGRADO



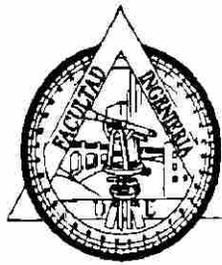
**SECRETARÍA DE ESTUDIOS
DE POSGRADO**


DR. RICARDO GONZÁLEZ ALCORTA

C.c.p. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



COMPROBANTE DE CORRECCION

Tesista: LUCIANO HERNÁNDEZ GARCÍA

Tema de la tesis: CARACTERIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

Este documento certifica la corrección DEFINITIVA **del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico, metodológico y estilístico.**

Recomendaciones adicionales:

(NINGUNA)

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Nombre y firma de quien corrigió:

Ramón Longoria

Arq. Ramón Longoria Ramírez

El Secretario de Posgrado:

Ricardo

Dr. Ricardo González Alcorta

Ciudad Universitaria, a 14 **de** abril **de** 1999.

San Nicolás de los Garza, N.L. Abril 12 de 1999.

ING. LUCIANO HERNÁNDEZ GARCÍA

Estimado Ing. Hernández García:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que su Proyecto de Tesis, cuyo título es:

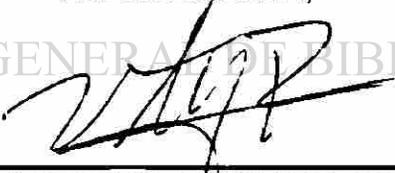
**CARACTERIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE CIUDAD UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

Ha sido aceptado. De igual forma comunico a usted que el M.C. Rogelio Chávez Sánchez y el M.C. José M. Rojas Ruiz han sido aceptados como asesor y coasesor respectivamente.

Sin otro particular, quedo de Usted.

ATENTAMENTE,

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS


M.C. VICTOR M. AGUILERA REYES
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA DE
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

San Nicolás de los Garza, N.L. Abril 12 de 1999.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
AT'N: DR. RICARDO GONZÁLEZ ALCORTA
SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Estimado Dr. González Acorta:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que el Ing. Luciano Hernández García me ha invitado a participar como asesor en su Proyecto de Tesis denominado:

**CARACTERIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE CIUDAD UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

Por tal motivo he decidido aceptar ser su asesor y le he ofrecido todo mi apoyo en la consecución de los trabajos a realizar, de tal forma que le otorgaré mi firma en los reportes de avance mensuales que vaya teniendo.

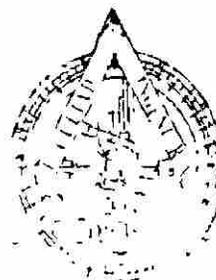
Agradeciendo de antemano las atenciones prestadas a la presente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ATENTAMENTE,



M.C. ROGELIO CHÁVEZ SÁNCHEZ
ASESOR DE LA TESIS



SECRETARÍA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

San Nicolás de los Garza, N.L. Abril 12 de 1999.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
AT'N: DR. RICARDO GONZÁLEZ ALCORTA
SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Estimado Dr. González Acorta:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que el Ing. Luciano Hernández García me ha invitado a participar como coasesor en su Proyecto de Tesis denominado:

**CARACTERIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE CIUDAD UNIVERSITARIA
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

Por tal motivo he decidido aceptar ser su asesor y le he ofrecido todo mi apoyo en la consecución de los trabajos a realizar, de tal forma que le otorgaré mi firma en los reportes de avance mensuales que vaya teniendo.

Agradeciendo de antemano las atenciones prestadas a la presente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ATENTAMENTE,


M.C. JOSÉ M. ROJAS RUIZ
COASESOR DE LA TESIS

AGRADECIMIENTOS:

-A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, por ser la responsable de mi formación académica. A todos mis maestros de la Facultad de Ingeniería Civil, GRACIAS.

-A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA: a la que he dedicado gran parte de mi vida en la enseñanza y de la que he recibido un gran respaldo para mi superación profesional; Al arquitecto GUILLERMO R. WAH ROBLES director de la FACULTAD DE ARQUITECTURA por todo su apoyo y facilidades que contribuyeron a que pudiera culminar mi postgrado. Además por su preocupación por la superación académica del personal de ésta institución.

-AL M.C. ROGELIO CHÁVEZ SÁNCHEZ, por su decidido apoyo, primero como maestro y después como asesor de mi Tesis; su interés por el desarrollo de este trabajo y su atinada asesoría fueron esenciales para la culminación de este trabajo.

-AL M.C. JOSÉ MANUEL ROJAS RUÍZ Y AL M.C. VICTOR MANUEL AGUILERA REYES por formar parte del comité de tesis, por sus observaciones y comentarios en las etapas más importantes de este trabajo, que contribuyeron a enriquecer y puntualizar las ideas y opiniones del autor.

-AL ING. JOSÉ I. RINCÓN LÓPEZ jefe del departamento de Geotecnia y al **ING. ALFONSO OLIVAS** jefe del departamento de Topografía de la FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, por las facilidades otorgadas al proporcionar la información existente y necesaria en el transcurso de la investigación.

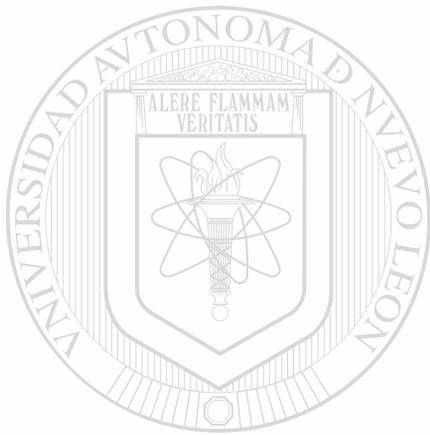
-A mis colaboradores de campo y de gabinete: Martha I. Hernández García, Ing. Francisco Villa Medrano, Itzé Rodríguez, Verónica Pérez A., Germán Rodríguez A., Ma. Guadalupe Lejía Maldonado y a los alumnos de servicio social en el CECADE de la Facultad de Arquitectura (generación Febrero – Junio de 1999), por su valiosa ayuda. Gracias.

-A mis hijas LAURA ELENA, GABRIELA ALEJANDRA Y DANIELA, quienes contribuyeron con su granito de arena tanto en el trabajo de campo como en el de mecanografiado. Gracias por su entusiasmo y por sacrificar su tiempo libre.

-A mi esposa, MARÍA ELENA TRISTÁN DE HERNÁNDEZ por todo su apoyo, paciencia y confianza de que esta tesis llegaría a su fin.

DEDICATORIAS

- ✓ A DIOS: de quien he recibido mucho más de lo que merezco.
- ✓ A mis padres, ISABEL Y LUCIANO: con todo mi amor y respeto.
- ✓ A mis hermanos, MARTHA IMELDA, REYNALDO, CARLOS, HÉCTOR Y LORENA: a quienes exhorto a que sigan superándose cada día y que sigan manteniendo y reforzando la unión familiar.
- ✓ A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN: esperando que este trabajo contribuya a satisfacer sus necesidades básicas de agua.
- ✓ A mis ALUMNOS y EX ALUMNOS de la Facultad de ARQUITECTURA: alentándolos para que logren las metas que se propongan.
- ✓ A mis hijas, LAURA ELENA, GABRIELA ALEXANDRA Y DANIELA: las herederas de mi esfuerzo.
- ✓ A MI ESPOSA MARÍA ELENA: con mi más profundo amor, por estar siempre a mi lado.

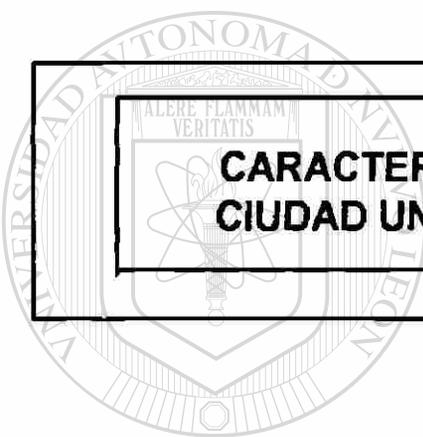


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**CARACTERIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE
CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA U.A.N.L.**

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MARZO DE 1999

RESUMEN

Luciano Hernández García

Fecha de terminación de créditos de la Maestría: Diciembre de 1998

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Civil

Título de la Tesis: Caracterización del acuífero de Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Número de páginas: 59 Candidato para el grado de Maestría en Ciencias con especialidad en Hidrología Subterránea.

Área de Estudio: Geohidrología.

Propósito, Contribuciones y Conclusión General:

El crecimiento desmedido del área urbana, además de las altas temperaturas del verano, traen como consecuencia que las necesidades de agua vayan en aumento, obligando a las autoridades a contemplar otras alternativas futuras que permitan ayudar a complementar el abasto del vital líquido. Por lo que esta investigación pretende contribuir a este propósito estudiando el comportamiento del acuífero del área de Ciudad Universitaria de la U.A.N.L. con el fin de evaluar la posibilidad de contar con una reserva para tal efecto.

A la fecha no existían otros estudios geohidrológicos de esta zona, por lo que la primer etapa de esta investigación consistió en hacer una recopilación general de información (Climatológica, Hidrológica, Geológica, Topográfica y de ubicación; así como un censo de los pozos que permitan conocer ciertas características del acuífero en estudio).

En una segunda etapa, se procesó la información numérica obtenida del último año de registro para determinar los volúmenes de agua extraída por bombeo, los volúmenes de recarga y los volúmenes de entrada y salida del acuífero, para establecer mediante la ecuación de balance, si es o no factible aumentar los caudales de extracción, sin provocar efectos que perjudiquen permanentemente al acuífero. Además, se detectó la existencia de al menos un paleocauce antiguo, lo cual lo convierte en una zona privilegiada para perforaciones nuevas, ya que éstos, por contener una mayor conductancia de agua, pueden reducir considerablemente los abatimientos producidos por el bombeo.

CONTENIDO

	Página
1.- Introducción.....	1
1.1 Justificación	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Objetivo	2
1.4 Hipótesis	2
1.5 Modelo Conceptual.....	2
1.6 Generalidades.....	2
2.- Climatología.....	5
3.- Hidrología Superficial.....	10
3.1 Localización del área.....	10
3.2 Escorrentías principales.....	10
3.3 Fisiografía y geomorfología.....	12
4.- Geología.....	14
4-1 Evolución y configuración geológica regional.....	14
5.- Estratigrafía.....	17
5.1 Jurásico.....	17
5.2 Cretácico.....	18
5.2.1 Cretácico Inferior.....	18
5.2.2 Cretácico Superior.....	19
5.3 Permeabilidad.....	20
5.4 Topografía.....	22
5.5 Intemperismo.....	22
6. Hidrología Subterránea.....	24
6.1 Ubicación hidrológica.....	24
6.2 Aprovechamientos existentes.....	24
6.3 Resultados de la topografía superficial y de detalle de los pozos analizados.....	29
6.4 Permeabilidad y conductividad hidráulica.....	29
6.5 Censo de pozos.....	32
6.6 Resultados de las pruebas de bombeo.....	32
6.7 Estudio de la red de flujo.....	37
6.8 Ecuación de balance hidrológico.....	38
6.8.1 Cálculo del caudal de balance.....	40
7. Conclusiones.....	43
8. Recomendaciones.....	45
Glosario	46
Anexos	49
Bibliografía	58
Curriculum Vitae	59

LISTA DE FIGURAS

	Figura	Página
1	Localización Geográfica de Ciudad Universitaria	3
2	Plano de la zona investigada	4
3	Región Hidrológica No. 24-B	5
4	Gráfica de Precipitaciones Medias Mensuales	7
5	Gráfica de Precipitaciones Máximas Mensuales	7
6	Gráfica de Evaporación Media Mensual	8
7	Gráfica de Temperaturas Mínimas	8
8	Gráfica de Temperaturas Máximas	9
9	Ríos y regiones fisiográficas de Nuevo León	11
10	Columna estratigráfica del Área Metropolitana de Monterrey, Sierra Madre	21
11	Sonda eléctrica para medir la profundidad del agua	25
12	Plano de localización de pozos utilizados para la investigación	26
13	Sección Geohidrológica de la Ciudad Universitaria	27
14	Aparato experimental de la Ley de Darcy	29
15	Configuración de Ciudad Universitaria	30
16	Red de flujo subterráneo	31
17	Croquis de localización del pozo California II	34
18	Aplicación del criterio analítico de Cooper-Jacob	35
19	Diagrama esquemático del ciclo hidrológico	40
20	Representación gráfica de la ecuación de balance	42
21	Conceptos gráficos de los coeficientes de permeabilidad y trasmibilidad	47
22	Las fases subsuperficial y del agua subterránea del ciclo hidrológico	48

LISTA DE TABLAS

	Tabla	Página
1	Áreas parciales que componen la Ciudad Universitaria de la U.A.N.L.	3
2	Datos generales de los pozos ubicados dentro de la Ciudad Universitaria	28
3	Datos de pozos ubicados en la periferia de Ciudad Universitaria	28
4	Parámetros de la Ecuación de Balance	39
5	Datos de precipitación mensual	50
6	Datos de evaporación mensual	52
7	Datos de temperatura mínima	53
8	Datos de temperatura máxima	54
9	Datos de temperatura media	55
10	Datos de la prueba de bombeo en el pozo California II	56

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN

Porque cada vez son mayores los requerimientos de agua para el consumo humano, el riego de jardines, la limpieza y el mantenimiento de los edificios de la Ciudad Universitaria, de la U.A.N.L., y aunado a esto, los problemas de escasez producidos por los grandes períodos de sequía en la región, mismos que han obligado a las autoridades a reducir el suministro de agua, principalmente en la época de mayor demanda, como lo es el verano, cuando las temperaturas extremas han alcanzado recientemente (mayo, 1998) hasta los 45° C; se hace necesario considerar otras alternativas para complementar el abasto que requiere la Ciudad Universitaria, siendo la explotación racional del agua subterránea una de las posibles fuentes de abasto factibles de llevarse a cabo, para lograr esta meta.

1.2 ANTECEDENTES

Actualmente, la Ciudad Universitaria se abastece de agua con la red general del área metropolitana de Monterrey; proporcionada por los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey; pero debido a que en ciertas épocas del año y motivado por la escasez de lluvias, el suministro se reduce a ciertos horarios, se hizo necesario construir cisternas para las diferentes facultades y campos deportivos, de tal manera que se garantizara un flujo continuo de agua para sufragar las necesidades básicas de mantenimiento.

Dentro del área en estudio, existen actualmente cuatro pozos de los cuales dos son operados por los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey y están fuera de servicio por no contar con medición en el consumo de energía eléctrica. Los otros dos pozos son operados por el Instituto de Ingeniería Civil, de los cuales uno se encuentra azolvado y fuera de servicio, mientras que el otro se encuentra funcionando con una tubería de descarga de 1 ½" de diámetro y un caudal de extracción de 1.6 lts/seg., pero sin llevar un expediente de su comportamiento en lo referente a tiempos de bombeo, caudales de extracción y niveles piezométricos, principalmente.

Se ha buscado en las diferentes dependencias que controlan el agua, información referente a posibles estudios geohidrológicos del área de la Ciudad Universitaria, pero no se encontró información alguna, por lo que con el presente trabajo de investigación se pretende, además, aportar una

base de datos tal que puedan ser utilizados en futuros estudios del área en cuestión.

1.3 OBJETIVO

El presente trabajo de tesis tiene como fin: caracterizar el agua subterránea localizada en el área de la Ciudad Universitaria de la U.A.N.L. para establecer alternativas que conlleven a balancear su explotación en forma racional. Además, conocer su evolución en el tiempo analizado de 1997 a 1998 para establecer, mediante la ecuación de balance, las condiciones de trabajo del acuífero.

1.4 HIPÓTESIS.

Si se conoce el comportamiento del acuífero en este lugar, el recurso agua podrá ser aprovechado de forma racional.

1.5 MODELO CONCEPTUAL

De acuerdo con el desarrollo geohidrológico que ha tenido durante su explotación el acuífero de Ciudad Universitaria, se presupone que cuenta con una reserva tal que es posible aumentar su caudal de extracción, por lo que el presente trabajo de investigación pretende obtener una base de datos cuya información nos permita tener una estimación lo más completa posible de la capacidad de adaptación o la vulnerabilidad del acuífero, de acuerdo con un futuro régimen de aprovechamiento, sin llegar a una sobreexplotación que pueda ocasionar efectos desfavorables que conlleven al agotamiento del mismo.

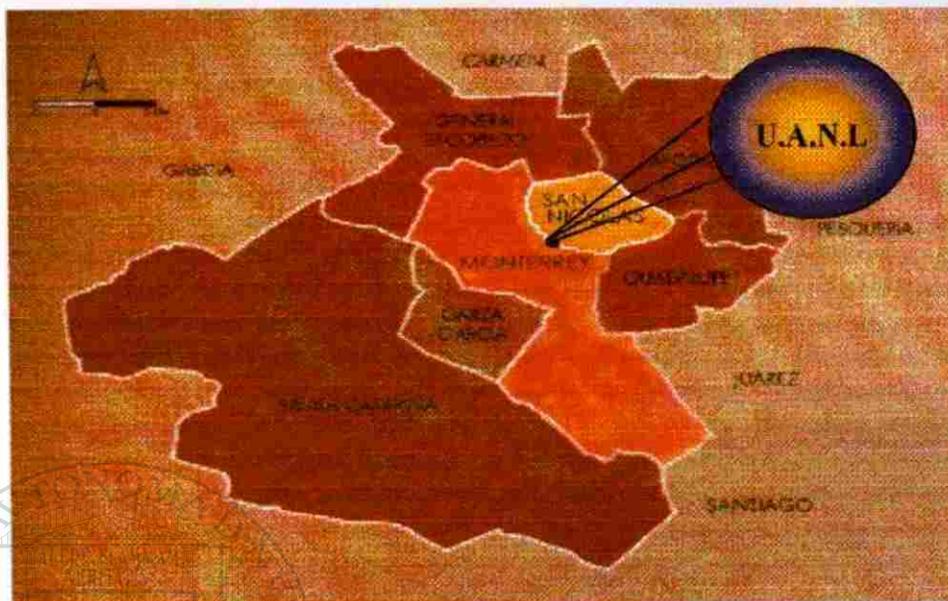
1.6 GENERALIDADES

El área en estudio se localiza al norte de la ciudad de Monterrey, en el municipio de San Nicolás de los Garza, N.L., por lo que queda dentro del área metropolitana (figura 1) y sus colindancias son: al norte, la Ave. Palacio de Justicia; al sur, el Antiguo Campo Militar; al oriente, la Ave. Universidad y al poniente la Ave. Manuel L. Barragán. (Figura 2).

Latitud 25 44' 01"

Longitud 100 18' 17"

Altitud 515.00 SNM



Universidad Autónoma de Nuevo León.

Figura 1. Área Metropolitana Ubicación Geográfica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Cd. Universitaria.

Tabla 1. Áreas principales que componen Ciudad Universitaria de la U.A.N.L.

# Área	Superficie (m ²)
I	858,661.46
II	86,062.31
III	9,691.22
St=	954,414.99

ST= Superficie total (m²)

Las áreas I y II son divididas por Av. Nogalar, mientras que las áreas II y III están separadas por el Arroyo Topo Chico.

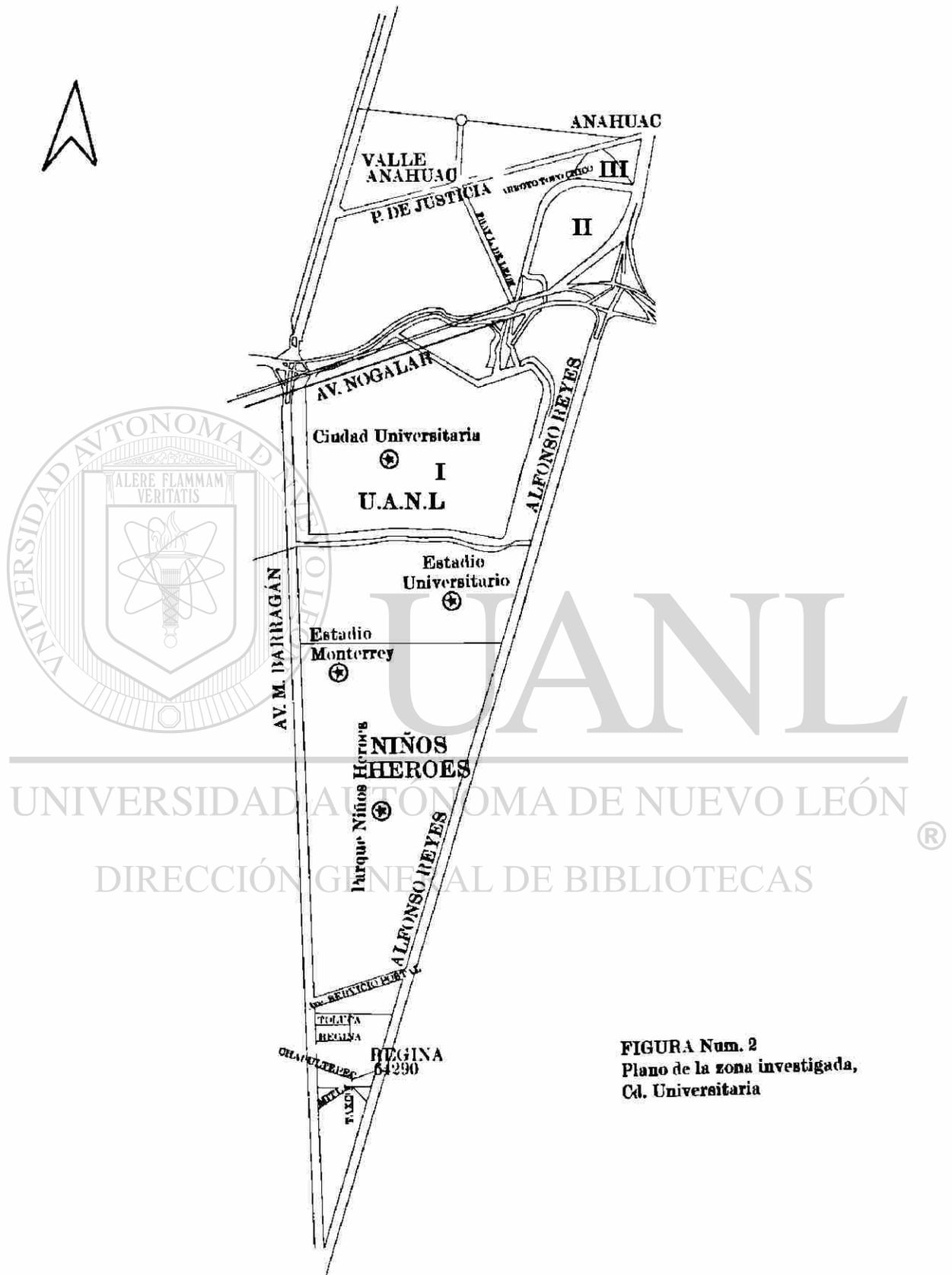


FIGURA Num. 2
Plano de la zona investigada,
Cd. Universitaria

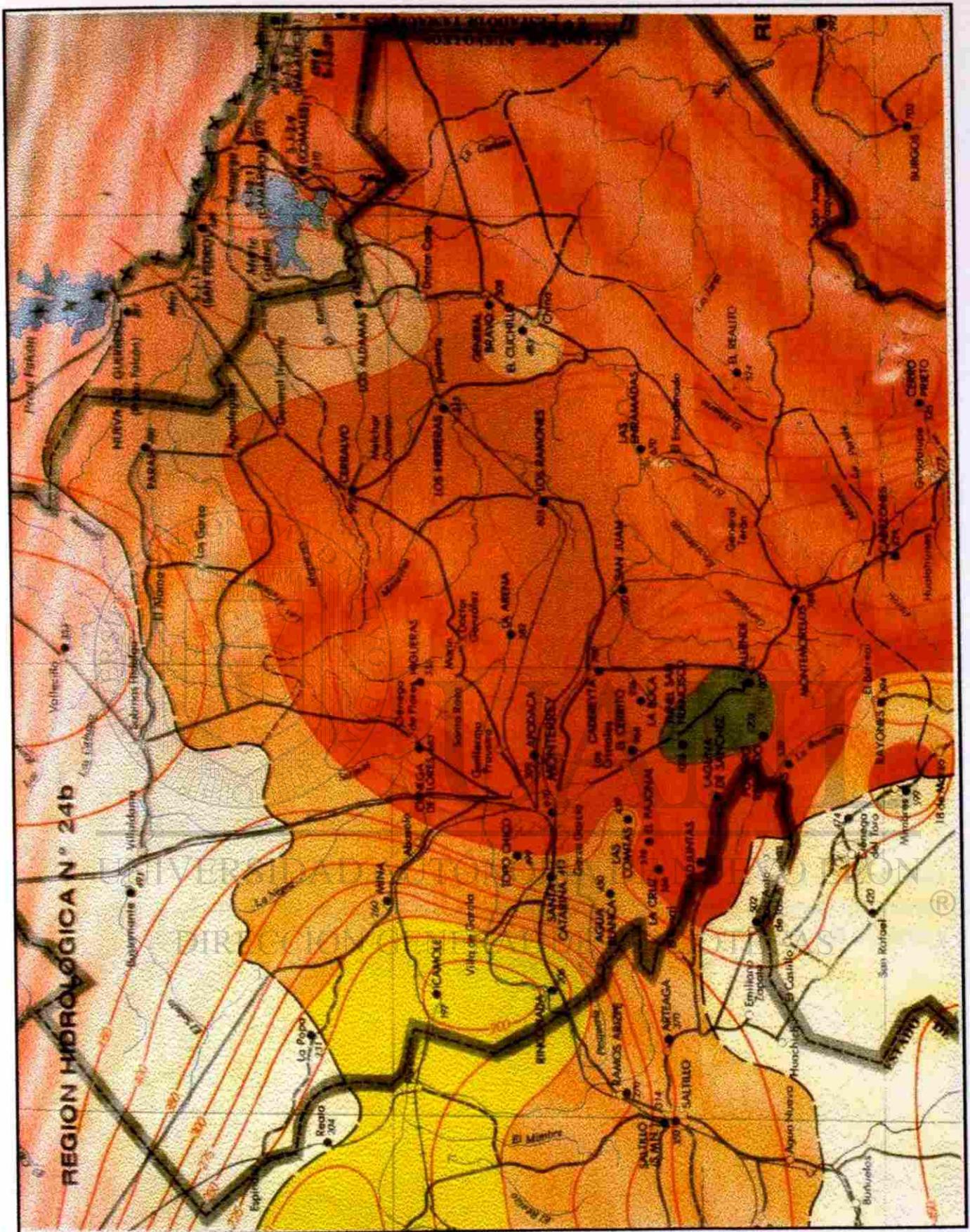


Figura 3. Región Hidrológica Numero 24b

2.- CLIMATOLOGÍA

De acuerdo con el INEGI (1986), en su síntesis geográfica del Estado de Nuevo León, en la región predominan los climas semicálidos y extremosos, por lo que escasean los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos, lo cual provoca que el mantenimiento de la vegetación no nativa no pueda depender exclusivamente de la lluvia, sino que tiene que complementarse con el riego.

Presenta un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2, y la precipitación total anual oscila entre 600 y 1000 mm.

En la figura 4, se representan los valores de precipitación media mensual, en milímetros, de la estación meteorológica Monterrey, la cual se ubica dentro del área en estudio. Se puede apreciar que la media mensual más baja obtenida a través de los cuarenta años de que se tienen registros, se presenta en el mes de febrero, con 16.4 mm, siguiéndole en orden ascendente el mes de marzo con 17.8 mm y posteriormente enero con 19.00 mm. En cuanto a la media mas alta, esta se presenta en el mes de septiembre con 159 mm, seguida por agosto con 87.7 mm y después Octubre con 72.9 mm. Sumando las tres precipitaciones medias mensuales más altas ($159.0 + 87.7 + 72.9$) = 319.6 mm y comparándola con la media anual acumulada podemos ver que en tres meses de lluvia el porcentaje es superior al 50% del total que llueve en el año = 603.20 mm.

La figura 5, que representa las precipitaciones máximas mensuales ocurridas a lo largo de los cuarenta años de que se tienen registros, demuestra que las lluvias más intensas ocurren en los meses del verano y las de menor intensidad ocurren durante el invierno.

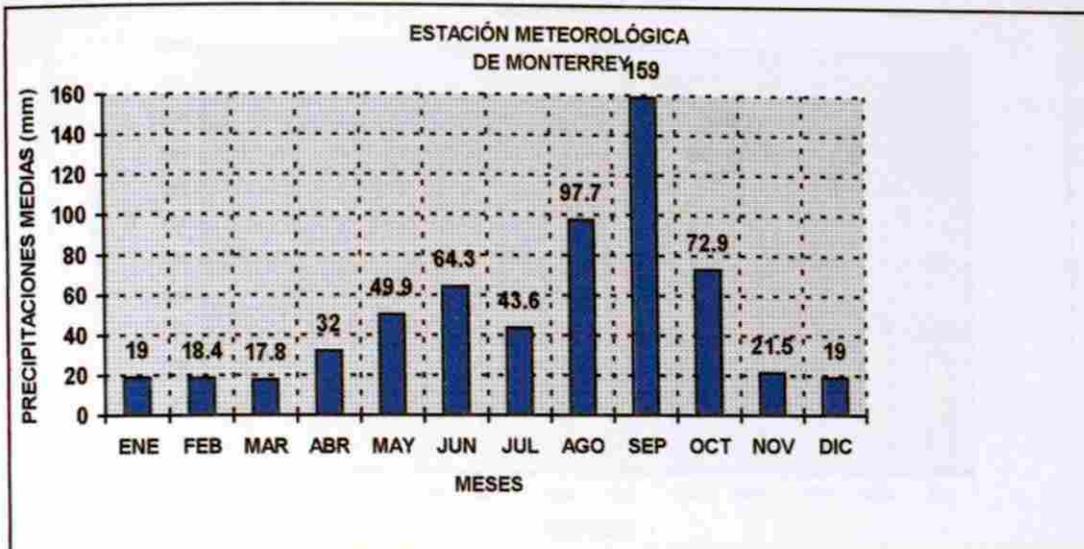


Figura 4. Gráfica de precipitaciones medias mensuales registradas en el Observatorio Meteorológico de Monterrey.

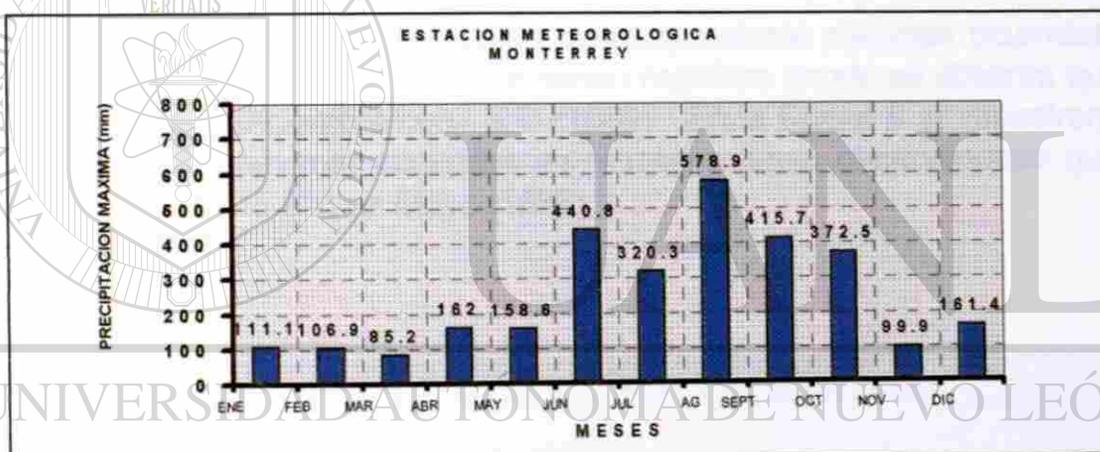


Figura 5. Gráfica de precipitaciones máximas mensuales registradas en el Observatorio Monterrey.

En la figura 6 se observa que la evaporación varía directamente con la temperatura, por lo que es máxima en verano y mínima en invierno.

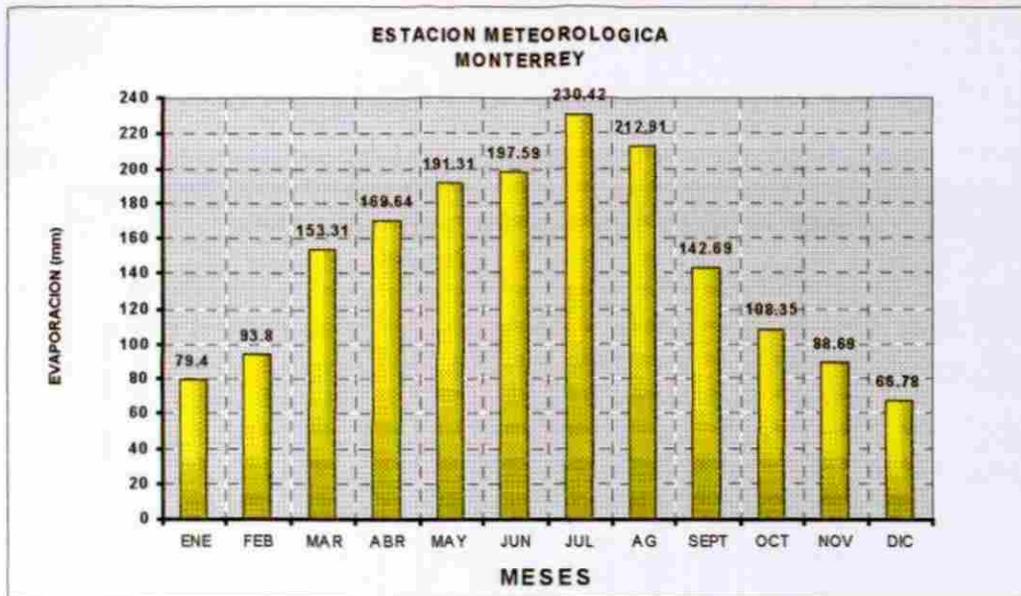


Figura 6. Gráfica de los valores de evaporación media mensual registradas en dieciséis años en el Observatorio Meteorológico Monterrey

En la figura 7 se presentan las temperaturas mínimas ocurridas en los últimos veinte años de que se tienen registros donde se observa que la mínima es en Diciembre con -8°C (1983). En la Figura 8 se muestran las temperaturas máximas ocurridas en el mismo lapso observándose que la máxima es de 45.8°C en Mayo (1998).

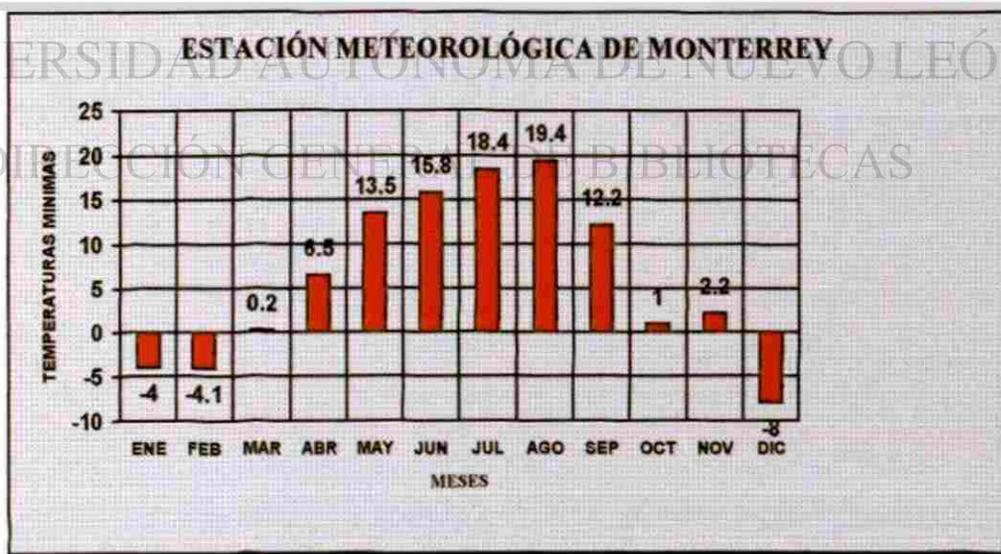


Figura 7. Gráfica de temperaturas mínimas registradas en el observatorio Monterrey en los últimos veinte años

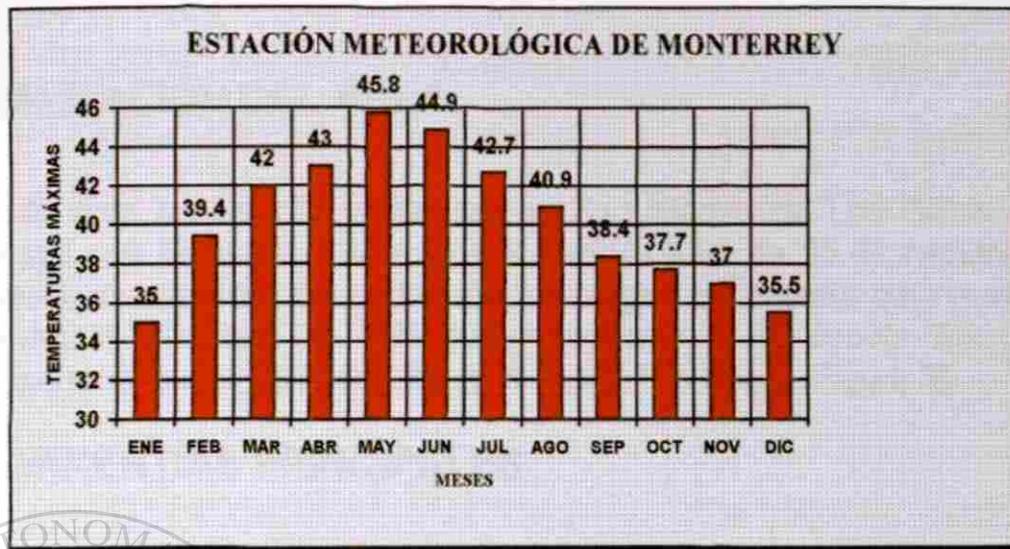
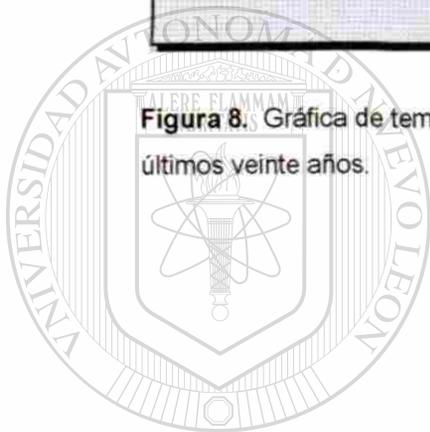


Figura 8. Gráfica de temperaturas máximas registradas en el Observatorio Monterrey en los últimos veinte años.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

3.- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA

El área en estudio se localiza en San Nicolás de Los Garza en el límite sur con Monterrey, tiene una superficie total de 95.44 hectáreas y pertenece de acuerdo con la división hidrológica de nuestro país realizada por el INEGI, a la Zona No. 24B, que corresponde al Río Bravo - San Juan, y que pertenece a la parte oriente de la región Río Bravo.(Figura 3).

3.2 ESCORRENTÍAS PRINCIPALES

Las corrientes principales que drenan el área, según el INEGI (1986), son el Río San Juan, segundo afluente de importancia en la margen derecha del Río Bravo.(Figura 9)

El arroyo La Chueca, localizado en el cañón del Huajuco, recibe aportaciones de varios pequeños arroyos perennes que bajan de la Sierra Madre Oriental, desde altitudes del orden de los 3000 metros sobre el nivel del mar y corre con dirección sudeste hasta la Presa La Boca (construida para aumentar la dotación de agua de Monterrey) y de aquí continúa con el nombre de Río San Juan, cambiando su dirección hacia el noreste, recibiendo aportaciones por la izquierda del Río Santa Catarina y el Río La Silla, y por la derecha, las del Río Ramos.

Mas adelante, va recibiendo otras aportaciones, como las del Arroyo Garrapatas, del Río Pilon y del Arroyo Mohinos.

La confluencia de este último modifica su dirección hacia el noreste, después de que recibe la aportación del mayor de sus afluentes, el Río Pesquería, por la margen izquierda y sigue hacia el norte hasta Los Aldamas. En este punto, cambia su rumbo hacia el oriente y después hacia el noreste hasta la presa Marte R. Gómez para descargar en el Río Bravo, un poco más adelante de Ciudad Camargo, Tamaulipas.

La red de drenaje natural de la Ciudad Universitaria (Figura 10) presenta una tendencia a fluir de SW a NE y forma parte de la cuenca o valle de inundación del Arroyo del Topo Chico, en su rivera sur.

El Arroyo del Topo Chico ha fluido generalmente de poniente a oriente y se considera, normalmente, de corriente episódica típica de zonas áridas llamadas ramblas. Estas corrientes se caracterizan por tener un lecho generalmente seco, con flujo subsuperficial y transportar agua sólo en ocasión de precipitaciones abundantes. Su perfil no corresponde al de río, es decir, no desarrolla el cauce mayor, ni el menor, sino que sólo posee un lecho amplio en riberas bajas, por el cual discurre un canal o canales de estiaje regularmente secos, los cuales observan una posición cambiante, dejando entre ellos isletas con vegetación.

Por todo ello, sus suelos están compuestos por sedimentos fluviales a menudo transformados por la presencia de vegetación que no tiene sus horizontes bien definidos.

3.3 FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El área se encuentra ubicada en una planicie rodeada por algunas elevaciones de mediana altura y después por montañas altas (INEGI, 1986); por lo tanto, forma una estructura de valle amplio con una salida hacia el noreste. Las principales elevaciones de mediana altura que enmarcan el área son: La Loma Larga, en el Sur y al Norte el Cerro del Mirador; el Cerro del Obispado, localizado al Suroeste; las pequeñas prolongaciones de la Sierra de las Mitras, que son la Loma de Vista Hermosa y la zona de San Jerónimo y, finalmente, la Loma Linda, hacia el Noroeste, ubicándose al Poniente del Cerro del Topo Chico.

La zona forma parte del valle de Monterrey y este, a su vez, de La Sierra Madre Oriental. Como estructuras aisladas del Tren principal de la Sierra Madre Oriental, se localizan, la Sierra de la Silla, que en su terminación presenta a la ciudad de Monterrey su símbolo característico, que es el Cerro de la Silla; además de la Sierra de las Mitras y el Cerro del Topo Chico.

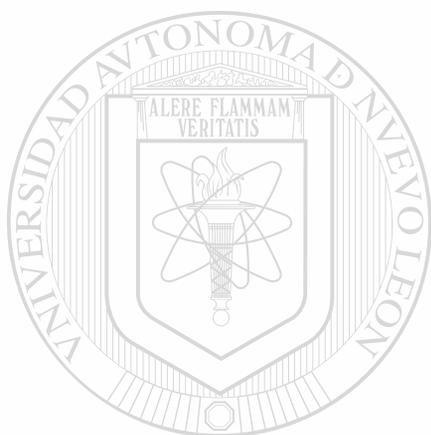
Las características del clima, los suelos y la vegetación se ajustan a los conceptos que identifican a la llanura esteparia del noreste. El paisaje de matorral con pequeñas áreas de encinares indica un clima seco estepario, cálido, extremoso, con oscilaciones térmicas muy marcadas entre el verano muy cálido (máximas de 46°C) y el invierno frío. Las lluvias, como en el resto de la llanura y el área metropolitana, se presentan a fines del verano; en especial, en los meses de agosto y septiembre; estas son de origen ciclónico.

Los pequeños arroyos del Topo Chico y la Talaverna pertenecen a la subcuenca del Río Pesquería, corriente perteneciente a la gran cuenca del

Río San Juan; ambos arroyos captan el agua que baja de la Sierra de las Mitras, Lomerío de las Animas y Cerro del Topo Chico, siguiendo un cauce de poniente a oriente.

En cuanto a su localización geopolítica, la Ciudad Universitaria se encuentra localizada en un punto estratégico, ya que:

- a) Se ubica dentro de la región central del Estado.
- b) Se localiza en los límites de dos de los municipios más importantes de Nuevo León (Monterrey y San Nicolás de los Garza).
- c) Cuenta con excelentes vías de comunicación, hacia los cuatro puntos cardinales.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

4.- GEOLOGÍA

Según Rojas Ruiz (comunicación personal), la zona en estudio forma parte de la planicie que se extiende al frente de la Sierra Madre Oriental, constituyéndose en un valle abierto, de pendientes suaves cubierto por materiales finos producto de la erosión de las sierras aledañas, en donde las corrientes superficiales fueron labrando sus cauces y propiciando el depósito de estos acarrees limosos y arcillosos.

El valle de Monterrey es parte de la Sierra Madre Oriental y forma una puerta hacia la provincia de la planicie costera del Golfo, que desciende paulatinamente hasta alcanzar la costa, hacia el este.

La Sierra Madre Oriental forma en esta región la curvatura de Monterrey. El frente está representado por el anticlinal de los Muertos, que viene a ser la cara este y noreste de la Sierra. Sobre este anticlinal está localizada la meseta de Chipinque. En el municipio de Santa Catarina el río del mismo nombre erosionó y formó el Cañón de la Huasteca, que permite recorrer la secuencia estratigráfica desde las evaporitas jurásicas, de la familia Minas Viejas, hasta las familias Parras e Indidura, del Cretácico Superior.

Como estructuras aisladas del tren principal de la Sierra Madre Oriental, se localiza la Sierra de la Silla, la Sierra de las Mitras y el Cerro del Topo Chico.

4.1 EVOLUCIÓN Y CONFIGURACIÓN GEOLÓGICA REGIONAL.®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LA SIERRA MADRE ORIENTAL SE FORMÓ POR DOS PROCESOS : Endógenos y Exógenos. (Rojas Ruiz, 1997).

Endógenos.- Movimientos en lo profundo de la corteza terrestre provocados por empujes, compresión, tensión, etc.

Exógenos .- Son los procesos que se originan en la superficie de la corteza terrestre, tales como la erosión en el campo de las exposiciones rocosas abiertas de los sedimentos Mesozoicos, los cuales fueron transportados vertiente abajo y depositados en los terrenos deprimidos, que actuaron como cuencas de sedimentación continental. De esta forma se realizó un extenso depósito de conglomerados, muy mal clasificados durante el terciario inferior (Eoceno - Oligoceno), hace 55 a 25 millones de años, alcanzando en ese tiempo un espesor considerable en el territorio plano, al

frente de la Sierra Madre Oriental y que se ha denominado planicie de rellenamiento.

Bajo esta perspectiva el relieve plicativo- emergente y su denudación (desgaste) simultánea le dan un origen endo- exógeno, lo cual difiere de las formas que fueron remodeladas después de su acumulación por procesos exógeno- denudatorios de naturaleza erosiva.

Más tarde, a partir del terciario medio (mioceno-plioceno), las áreas de la planicie central estuvieron sujetas a un tectonismo (deformaciones) de empuje que provocó su elevación y dislocación en bloques, delimitados por planos de fracturas o discontinuidades, de manera que entre estos planos de disyunción se empezaron a abrir paso los cauces de las corrientes de agua que ahora la disectan con gran energía. Esta tectónica ha sufrido una reactivación en épocas modernas desde fines del cuaternario, y ello ha provocado la reanudación de los procesos erosivos que son atestiguados por la gran cantidad de cárcavas (surcos) que se encuentran en diferentes grados de evolución en el territorio. Dicha actividad es particularmente notable en la llamada planicie inferior, dislocada en bloques, que está siendo desmembrada y desmantelada de su cubierta de sedimentos cuaternarios (suelos) por la erosión hídrica, principalmente.

La planicie, como forma de acumulación, estuvo compuesta por depósitos antiguos aluviales, coluviales, diluviales e iluviales y, en menor proporción, eólicos postpleistocénicos. Es un territorio donde los procesos de acumulación de sedimentos dominaron sobre los de salida y transporte de los agentes erosivos, de manera que la estructura, en general, constituye un modelado o paisaje de aplanamiento llano y con mínima pendiente.

Debido a sus diferencias de origen, de tipos de acumulación y de estabilidad, además de su carácter secuencial, las planicies se subdividen en tres tipos, que son:

1. Las planicies superiores
2. Las planicies inferiores
3. Las planicies inferiores deprimidas

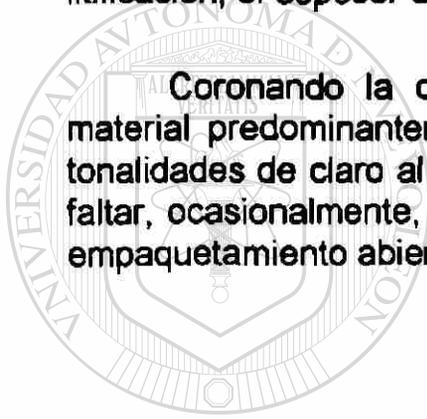
El área de Ciudad Universitaria forma parte del grupo de las planicies superiores que constituyen las unidades de relieve con superficie de aplanamiento más importantes.

La plataforma de rellenamiento superior del área en estudio fue cubierta por acarreo fluvial proveniente del Cerro de las Mitras y la

falda suroeste del Cerro del Topo Chico, en los que predominan formaciones limo-arcillosas.

La litología está representada por un manto de suelo de entre 21 y 25 mts. de espesor, donde los materiales representados en una columna estratigráfica, en forma generalizada, se presentan de la base del techo de manto, como sigue : sobre la roca base, fracturada de tipo lutítico, descansan lentes de un material predominantemente arcilloso, con espesores que van de cero a ocho metros. Encima se encuentran lentejones de gravas y cascajos de materiales calizos muy lixiviados (alterados), relativamente fáciles de disgregar y muy mal clasificados, su empaquetamiento siempre es apretado o ligeramente abierto; por lo que la matriz, de naturaleza limoarenosa con algo de arcilla, es rala o pobre, y junto con la sustancia carbonatada que actúa como cementante (caliche), se distribuye rellenando espacios y poros entre las gravas; confiriéndoles, según la cantidad de cementante, diferentes grados de cementación o litificación; el espesor de estos lentejones oscila entre 2.5 y 22 mts.

Coronando la columna estratigráfica, se observan lentejones de material predominantemente arcilloso de color café, en toda la serie de tonalidades de claro al oscuro, con grumos y concreciones calichosas sin faltar, ocasionalmente, la presencia de gravas; desde aisladas, hasta con empaquetamiento abierto en la pasta arcillosa.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.- ESTRATIGRAFÍA

La revisión bibliográfica tomada en cuenta por el INEGI (1986) dice que la Sierra Madre Oriental está constituida, en esta región del noreste de México, principalmente por rocas sedimentarias del Mesozoico, exceptuando las que componen el basamento.

En la superficie del Valle de Monterrey aparece una cubierta delgada de suelos, que pertenecen al cuaternario. La parte central del valle está constituida por rocas lutíticas y margas de la formación Méndez.

Los sedimentos del Cuaternario provienen de la desintegración de las rocas mesozoicas constituidas principalmente por calizas que forman las montañas así como por las unidades lutíticas y margosas. Las formaciones geológicas, tanto del Jurásico con sus depósitos evaporíticos como las unidades del Cretácico, determinan la composición química del agua subterránea en el valle de Monterrey.

5.1 JURÁSICO

Los depósitos jurásicos, de la Formación La Joya, se presentan en forma discordante con los sedimentos triásicos. Sobre los sedimentos de la Fm. La Joya, el ambiente de deposición cambió al de tipo marino lagunar, dando lugar a los depósitos evaporíticos (yeso y anhidrita, ambos sulfatos de calcio) de la Formación Minas Viejas, que se localizan en el Cañon de la Huasteca en Santa Catarina, N.L.

Sobreyaciendo a la Formación de las Minas Viejas, descansa la Formación Zuloaga, la cual está formada por calizas masivas y karstificadas.

La Formación de La Casita, que yace concordantemente con la Formación Zuloaga, consiste básicamente de lutitas y areniscas, con horizontes de fosforita. Con esta unidad termina la deposición del Jurásico.

5.2 CRETÁCICO

5.2.1 CRETÁCICO INFERIOR

a).- Formación Taraises

Los anticlinales; como el Cerro de la Silla, el Cerro de las Mitras y el Cerro del Topo Chico; así como el frente de la Sierra Madre Oriental, están constituidos por rocas de las formaciones del Cretácico Inferior, el cual se inicia con la depositación de la formación Taraises, compuesta básicamente por calizas de espesores medianos, con intercalaciones de horizontes lutíticos y de areniscas. Su espesor es de 350 mts.

b).- Formación Cupido

La formación cupido concuerda con la formación Taraises y está constituida por caliza masivas, con nódulos de pedernal y estructuras de disolución de tipo karren. Su espesor es de 200 a 845 mts.

c).- Formación La Peña

Sobreyaciendo a la formación cupido; yace, en forma concordante, la formación La Peña; la cual, dentro de la Sierra Madre Oriental, es considerada como una unidad índice para delimitar las formaciones Aurora y Cupido. Esta unidad consiste de calizas y arcillas, intercaladas con horizontes lutíticos y lentes de pedernal. Su espesor es de 120 mts.

d).- Formación Aurora

Formando las crestas de las sierras altas aledañas a Monterrey, destaca la Formación Aurora, que presenta una litología muy similar a la de la Formación Cupido. Su espesor es de 95 a 600 mts.

e).- Cuesta del Cura

El Cretácico Inferior termina con la depositación de la Formación Cuesta del Cura. Está formada por calizas alternadas con lutitas, así como lentes y bandas de pedernal negro. Su espesor es de 50 a 140 mts.

5.2.2 CRETÁCICO SUPERIOR

En la parte central del Valle de Monterrey; se encuentran, bajo los depósitos Cuaternarios, sedimentos del Cretácico Superior representados por las formaciones Agua Nueva/"Indidura", San Felipe/Parras y Méndez/Difunta.

En forma marginal, hacia el Cerro de la Silla y el Topo Chico afloran la Formación San Felipe/Parras y la Formación Agua Nueva/"Indidura".

a).- Formación Agua Nueva-"Indidura"

La formación Agua Nueva/"Indidura", que sobreyace a la formación Cuesta del Cura, está constituida por calizas arcillosas oscuras de espesores medianos a delgados, intercalados con horizontes lutíticos y margosos de estratificación laminar. Su espesor es de 115 a 600 mts.

b).- Formación San Felipe - Parras

La formación San Felipe/Parras está constituida por una intercalación de areniscas verdes, calizas, lutitas arenosas y cretas silificadas. Su espesor es de 100 a 1370 mts.

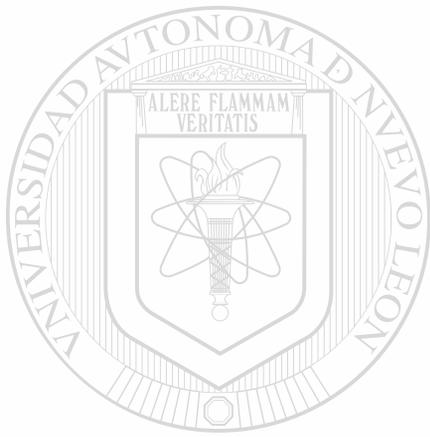
c).- Formación Méndez-Difunta

La formación Méndez/Difunta sobreyace a la formación San Felipe en forma concordante y está constituida por una alternancia de lutitas margas y areniscas de espesor delgado. Las lutitas se encuentran fuertemente afectadas por esquistosidad, características de la parte superior de esta unidad; se le conoce con el nombre de almendrilla para identificar la zona que cubre el producto de intemperización de la Formación Méndez/Difunta. Su espesor es de 300 a 2000 mts.

En la figura 10 se representa la columna estratigráfica del área metropolitana de Monterrey - Sierra Madre Oriental.

5.3 PERMEABILIDAD

La permeabilidad del manto de suelos es alta, en las partes donde se encuentran en contacto con la superficie los lentejones de gravas; que, en este caso, presentan corrientemente una costra calichosa mas o menos gruesa. (Rojas Ruiz, 1997). La permeabilidad es de moderada a baja, hacia las partes donde se presentan en la superficie los lentejones de material, con altos contenidos de arcilla. El acuífero es libre, con nivel estático, entre 11.00 y 15.00 mts. La calidad del agua es tolerable; pero con tendencia a volverse salada, si no se controla la explotación del acuífero; las posibilidades de aprovechamiento tienden a ser superiores a los de infiltración, lo que da un balance hídrico negativo.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ERA	SISTEMA	EPOCA	EDAD	FORMACION	EDAD MILLONES DE AÑOS	FASES TECTONICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO				0.01	LARAMIDICA
		PLEISTOCENO	Wisconsiniano	SEDIMENTOS TERRESTRES	Sedimentos terrestres (terrazas, columnas, sedimentos lacustres)	0.125	
			Sangamoniano			0.235	
			Illinoiano			0.360	
			Yarmouthiano				
	Kansano II						
	TERCIARIO	PLIOCENO MIOCENO OLIGOCENO EOCENO PALEOCENO				2	
						5.9	
						25	
						38	
					55		
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Maastrichiano	SEDIMENTOS MARINOS	Méndez San Felipe Agua Nueva Cuesta del Cura Aurora La Peña Cupido Tarasca	67	
			Campaniano			72	
			Santoniano			80	
			Coniaciano			85	
			Turoniano			90	
		INFERIOR	Cenomaniano			92	
			Albiano			100	
			Aptiano			108	
			Barremiano			115	
			Hauteriviense			125	
	JURASICO	SUPERIOR	Tithoniano	SEDIMENTOS MARINOS	La Casta Zuloaga Minas Viejas	130	
			Kimmeridgiano			135	
			Oxfordiano			140	
						145	
						155	
MEDIO					160		
	Calloviano		La Joya	185			
	Bathoniano			170			
		Bejassano			175		

Figura 10. Columna Estratigráfica del Área Metropolitana de Monterrey – Sierra Madre Oriental. (Reporte del laboratorio del geotecnia de la Facultad de Ingeniería Civil para Monterrey 1994)

5.4 TOPOGRAFÍA

El grado de pendiente es baja (menor al 3%) y la erosión también es ya baja, debido mayoritariamente a la ocupación urbana del territorio; ya que aún se observan grandes extensiones con buena cobertura vegetal.

Por otro lado, el relieve que ofrece la superficie de la roca madre o roca de la base sobre la que se apoya el manto de los suelos, es enteramente ondulado, donde cada una de las ondulaciones representa canales fósiles de corrientes pretéritas que fueron azolvándose paulatinamente con el paso del tiempo.

Analizando estudios realizados por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a lo largo de la Línea 2 del Metro, en el intervalo de Ave. Los Angeles hasta el Arroyo del Topo Chico, fue posible detectar, entre las calles Munich y Ave. Los Angeles, la presencia de un paleocauce (Canal Subterráneo).

Cabe mencionar que este paleocauce no corresponde a algún antiguo cauce del Arroyo Topo Chico; ya que analizando la información bibliográfica, ésta coincide con los testimonios del corte estratigráfico, de que anteriormente el Arroyo del Topo Chico era una corriente de agua tan incipiente que apenas se encajaba en la superficie; incluso, no se reporta su trazo en los planos antiguos del siglo pasado y en los principios del actual, por lo que se puede inferir que anteriormente eran otros los arroyos que drenaban los llanos de esta zona.

Actualmente, el Arroyo del Topo Chico labra su cauce en el manto de suelo, al menos a la altura de la avenida Universidad, lo cual termina por confirmar el diagnóstico mencionado anteriormente.

5.5 INTEMPERISMO.

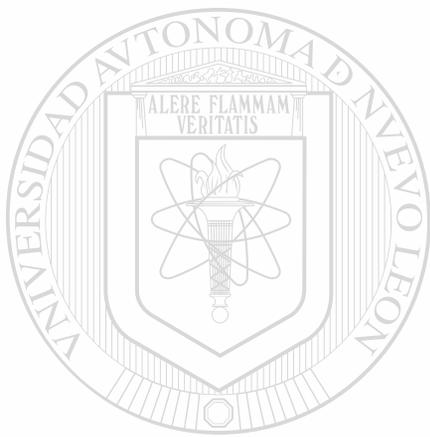
El intemperismo se deja explicar en base a dos fenómenos que son: la disolución y la ascensión capilar de agua carbonatada. (Rojas Ruiz comunicación personal)

La disolución de carbonatos se muestra como una descarbonatización de la Formación Méndez, como coluvión de lutitas.

De particular importancia son las disoluciones de gravas concentradas a lo largo de grietas verticales y horizontales, con

dimensiones que van, desde algunos centímetros, hasta cavernas de más de un metro.

El proceso de cementación de gravas, hasta conglomerados como concreciones y encostramiento calichoso, al igual que en grietas de la formación Méndez en forma de carbonatización secundaria, tiene su origen por ascensión capilar de agua carbonatada.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.- HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

6.1 UBICACIÓN HIDROLÓGICA

El área en estudio se localiza en la región hidrológica Río Bravo, INEGI (1986) y es en ésta que se desarrolla la explotación de agua subterránea más importante; los campos Mina, Monterrey, Buenos Aires y Topo Chico son los que aportan mayor caudal. En esta región se han perforado pozos de 2000 m. de profundidad, y el agua que se obtiene es de buena calidad.

6.2 APROVECHAMIENTOS EXISTENTES

Dentro del área se localizan seis pozos (Figura 12), de los cuales, los Nos. 1 y 2 son de reciente creación y están en proceso de terminación la pruebas de aforo; los Nos. 3 y 4, construidos en 1981, se encuentran actualmente en mantenimiento y se hallan conectados a la red general de la ciudad, siendo operados por los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey fueron construidos en 1981.

Los pozos 5 y 6, construidos en 1975, son controlados por el Instituto de Ingeniería Civil y solamente el No. 6 está en funcionamiento para el riego de jardines; mientras que el pozo No. 5 se encuentra azolvado y no está equipado

6.3 RESULTADOS DE LA TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL Y DE DETALLE, EN LOS POZOS ANALIZADOS

Con el fin de conocer la posición de los pozos ubicados dentro de la ciudad universitaria, así como las elevaciones de cada uno de estos, se hizo un levantamiento topográfico, utilizando para ello tránsito electrónico y los resultados se conservan en un paquete computacional propiedad del Instituto de Ingeniería Civil.

En cuanto a la nivelación, ésta se realizó con nivel topográfico de tipo convencional, representándose los resultados en las tablas 2 y 3, y la configuración del área se representa en la figura 15.

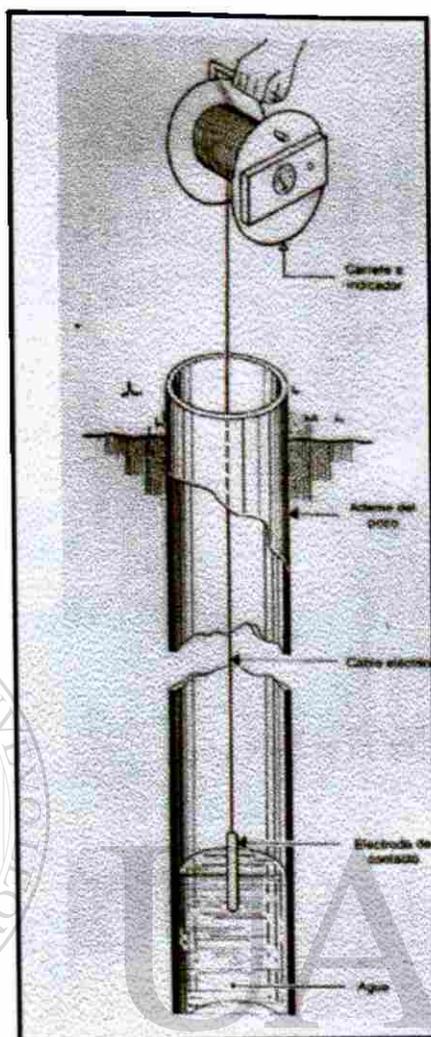
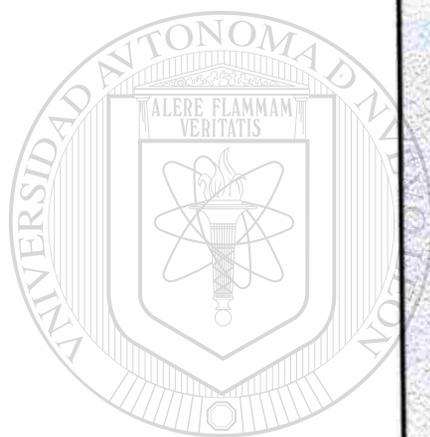


Figura 11. Sonda eléctrica para medir la profundidad del agua, que consiste en un electrodo, un cable de dos hilos y un amperímetro que indica cuando se cierra el circuito y que el electrodo ha tocado el agua. (Johnson, 1975)

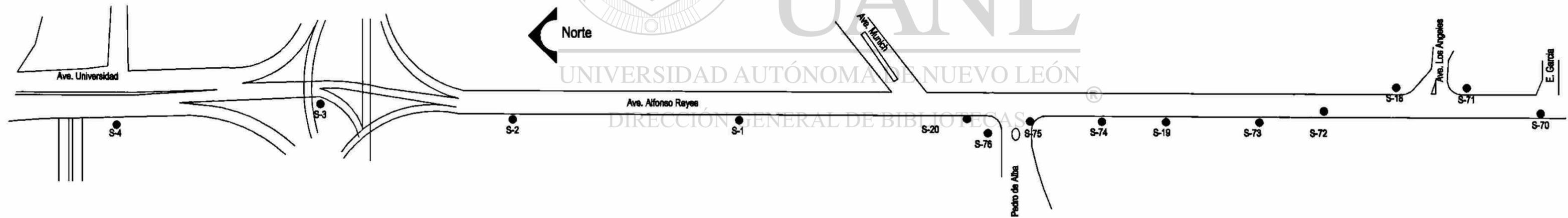
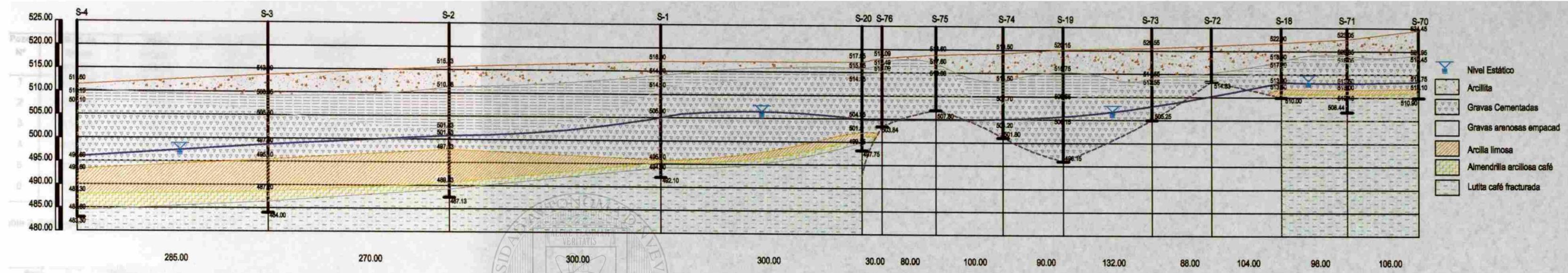
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En la tabla 2 se muestran los datos generales de los pozos existentes dentro de la Ciudad Universitaria en la UANL y en la tabla 3 aparece la información recabada de los pozos que se ubican en la periferia del área en estudio. (figura 12)



FIGURA Num. 12
Localización de Pozos

Figura 13. Sección Geohidrológica del área de Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León



Pozo N°	Nivel de Brocal (MSNM)	Nivel Estático (MSNM)	Profundidad al Nivel Estático (m)	Profundidad del Pozo (m)
1	523.983	512.083	11.90	70.00
2	520.434	505.584	15.05	70.00
3	517.48	503.580	13.90	N.D.
4	517.172	503.972	13.20	47.00
5	512.983	494.833	18.15	25.00
6	513.127	495.627	17.50	60.00

Tabla 2. Datos generales de los pozos ubicados dentro de Ciudad Universitaria de U.A.N.L.

Pozo N°	Nivel de Brocal (MSNM)	Nivel Estático (MSNM)	Profundidad al Nivel Estático (m)
TFM-7	528.596	517.319	11.25
TFM-8	528.735	517.225	11.51
S-1 M-10	516.600	505.600	11.00
S-2 M-11	515.130	501.330	13.80
S-3 M-12	513.000	497.500	15.50
S-4 M-13	511.600	496.600	15.00
CII-9	529.500	518.300	11.20
S-20	517.95	504.95	13
S-75	518.80	***	***
S-76	518.09	***	***
S-74	519.60	***	15.5
S-19	520.15	***	13.8
S-73	520.55	***	***
S-72	521.03	***	***
S-18	522.00	***	8.2
S-71	523.05	***	***
S-70	524.45	***	***

*** no registradas

Tabla 3. Datos de pozos ubicados en la periferia de Ciudad Universitaria de la U.A.N.L. Que fueron utilizados para esta investigación.

Esta información se usó para hacer la configuración y establecer la dirección del flujo subterráneo. Además, para hacer una configuración piezométrica del nivel estático del acuífero, con la cual se pudiera trazar una red de flujo, (figura 16) .

6.4 PERMEABILIDAD Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA

Henry Darcy (1856) demostró, con experimentos en laboratorio, que el flujo de agua a través de una columna de material homogéneo saturado de agua, es proporcional a la diferencia de las cargas hidrostáticas en los extremos de la columna e inversamente proporcional a la longitud de la misma (figura 14).

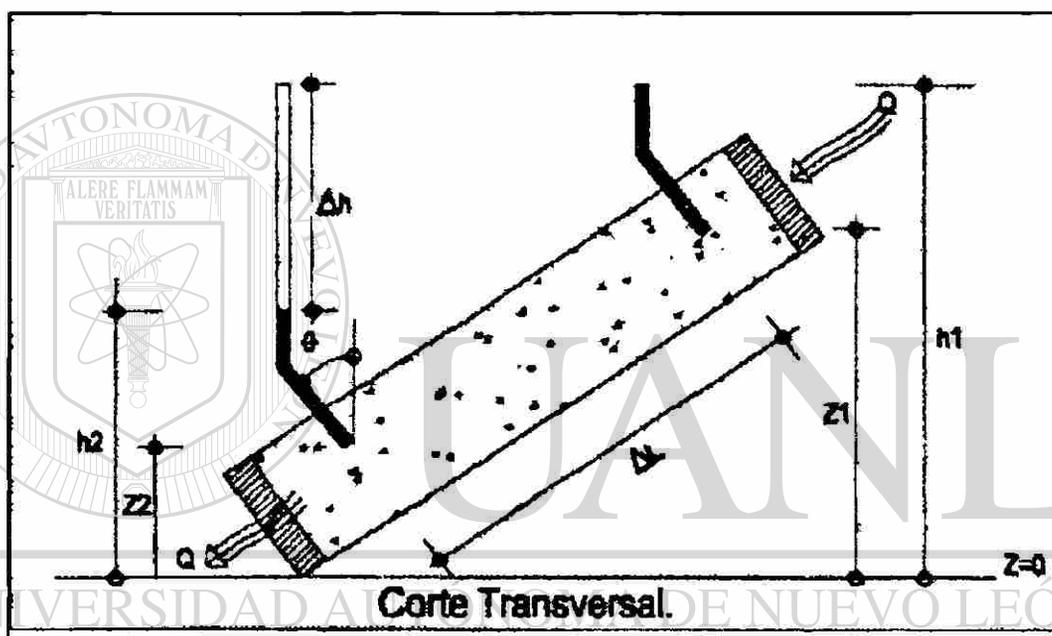


Figura 14. Dispositivo para demostrar la ley de Darcy

Su expresión matemática es la siguiente:

$$V = -K \frac{dh}{dl}$$

Donde:

- V = velocidad de flujo
- dh/dl = gradiente hidráulico o pérdida de carga por unidad de longitud
- K = permeabilidad del medio poroso (cm/seg.) ; (m/Hra.)

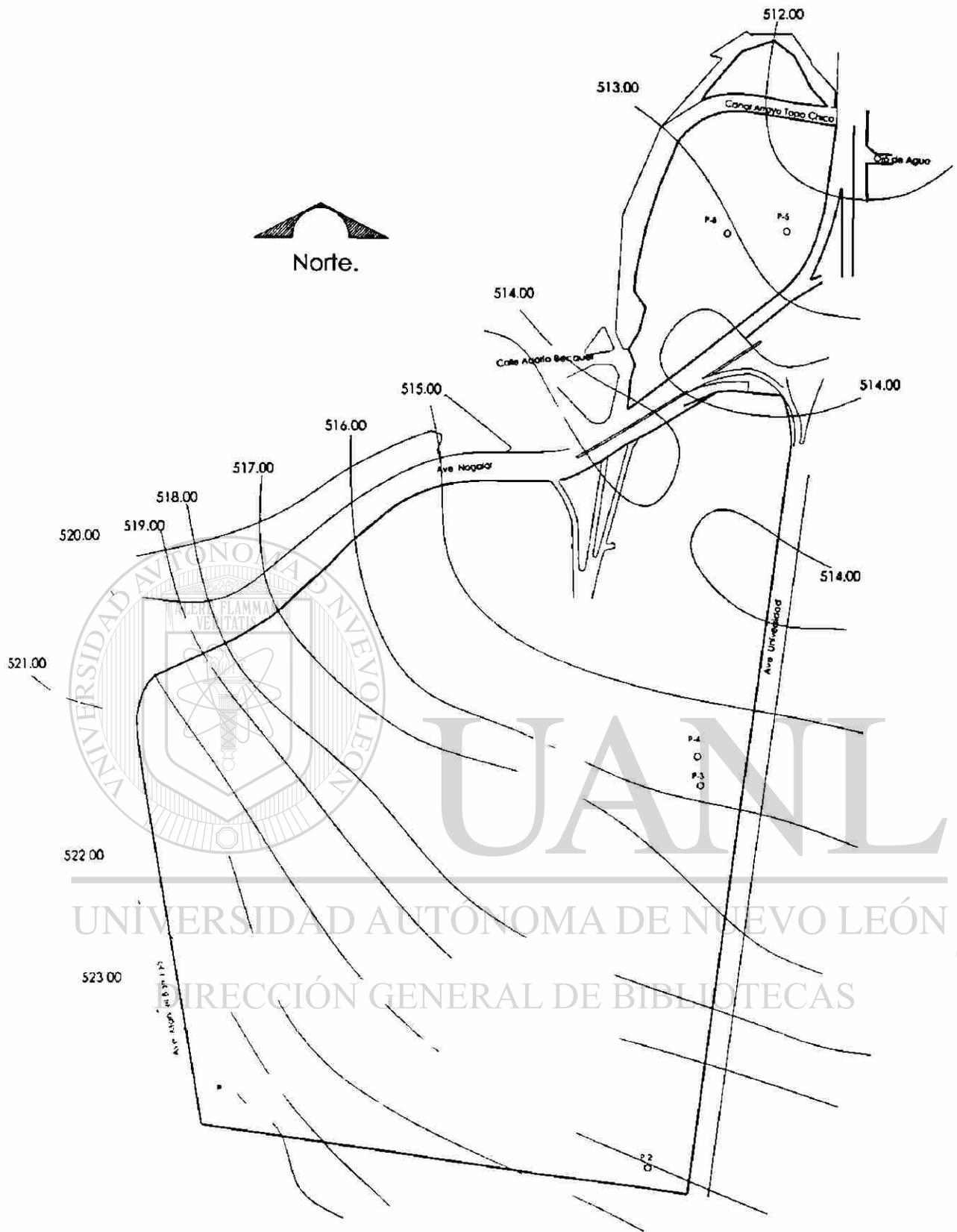


Figura No. 15 Grafica que representa la configuracion del terreno de ciudad universitaria de la UANL.

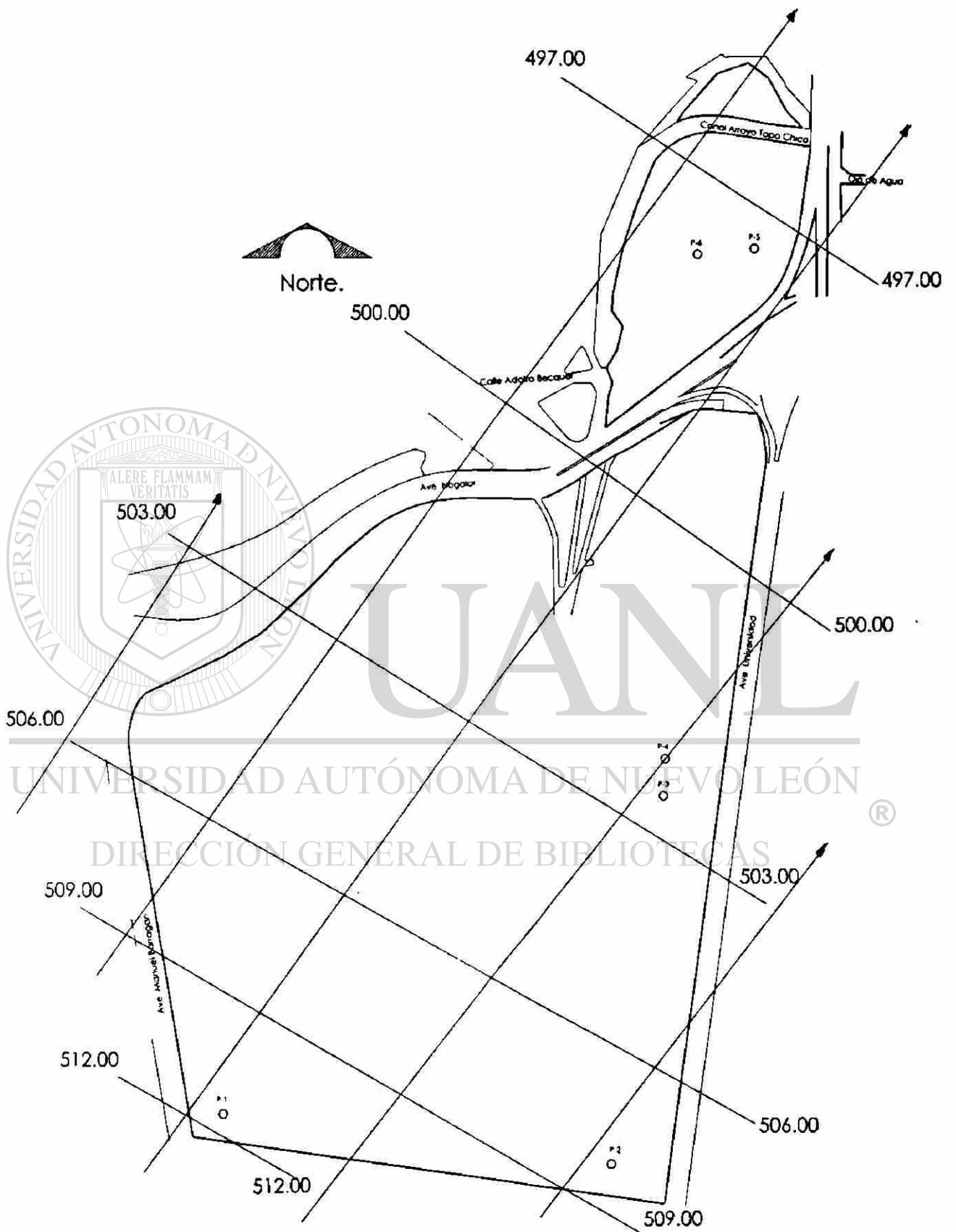


Figura No. 16. Red de flujo subterráneo

6.5 CENSO DE POZOS

Con el fin de investigar el movimiento del agua subterránea en el espacio y en el tiempo, se procedió a consultar la información existente de los seis pozos localizados dentro del área en estudio, tal como: el número de aprovechamientos, su ubicación y los datos de profundidad del nivel freático.

En la tabla 3 se representan las cotas y las profundidades del nivel freático de los pozos ubicados en la periferia de Ciudad Universitaria (figura 12), así como la de los sondeos realizados por el Instituto de Ingeniería Civil, a lo largo de la línea dos del metro (por avenida Alfonso Reyes en la zona de estudio).

En la figura 13 se observa una sección geohidrológica en la que se correlacionan los sondeos realizados por el departamento de Geotecnia del Instituto de Ingeniería Civil, para el proyecto de la construcción de la línea dos del metro y se puede apreciar que se trata de un acuífero libre, donde el nivel estático se mantiene entre los 11.00 y 18.00 metros de profundidad, localizado en un depósito compuesto básicamente de gravas parcialmente cementadas, boleos y gravas arenosas empacadas en arcilla; como base del acuífero, se encuentra la lutita decolorada a color café, fracturada y el estrato que sobreyace al acuífero está formado por arcillas limosas, con gravillas y gravas cementadas.

Se puede observar que, entre las calles de Munich y Ave. Los Angeles, algunos sondeos registran un incremento del espesor del depósito de gravas y boleos, e incluso no se llegó a encontrar la lutita, lo cual puede interpretarse como un antiguo cauce con dirección oriente – poniente y por consecuencia con mayor acumulación de agua para ser explotada, con abatimientos menores.

Tomando en cuenta que las funciones más importantes que desarrolla un acuífero son las de almacenar y transmitir el agua, ya que las aberturas o poros de una formación acuífera sirven tanto de espacio para almacenamiento como de red de conductos y que los niveles obtenidos de todos los pozos y sondeos corresponden a los de una superficie freática, se confirma que el acuífero en estudio es libre.

6.6 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE BOMBEO

La prueba de bombeo, en pozos de agua, se hace básicamente con el fin de determinar el abastecimiento y rendimiento (caudal) para, posteriormente, con esta información seleccionar el equipo de bombeo más adecuado a las características de operación del pozo.

De hecho, una prueba de bombeo lo más exacta posible está de sobra pagada, si se realiza antes de la adquisición del equipo de bombeo; ya que permite seleccionar el equipo ideal; además de lograr, a la par, una reducción en los costos de energía. Por otro lado, la utilización práctica y la aplicación de tales pruebas sirven para calcular los factores principales del comportamiento de los acuíferos, tales como: permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, trasmisibilidad, estimación de abatimientos a lo largo del pozo y la existencia de barreras impermeables que limiten la extensión de acuíferos y la presencia de fuentes de recarga que, de otra manera, no serían identificables. (Johnson, 1975)

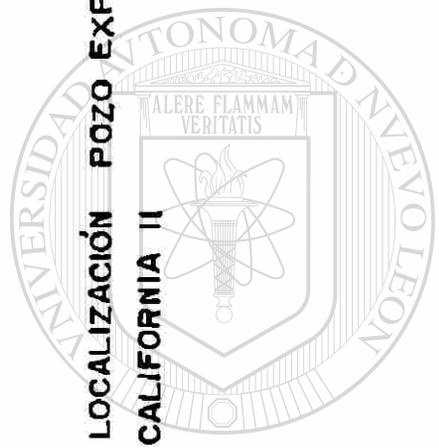
En la tabla 6 (contenida en el apéndice) se presentan los datos recabados durante la prueba de aforo practicada en el pozo California II, cuya ubicación se indica en la figura 17 y, posteriormente se representó una gráfica de aplicación de la solución analítica de Jacob- Cooper, que relaciona el abatimiento contra tiempo (figura 18).

Para que la prueba de bombeo pueda aportar datos confiables que permitan determinar ciertas características hidráulicas del pozo, este deberá haber llegado al cuerpo del acuífero por estudiar, con caudal constante y un cierto tiempo, además se deberán tomar lecturas de profundidad en el nivel dinámico, a intervalos de tiempo y estar revisando que el caudal sea constante e ininterrumpido; posteriormente se toman lecturas de la recuperación que va logrando el pozo, una vez que el bombeo se ha suspendido.

Figura No. 17 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN POZO EXPLORATORIO CALIFORNIA II

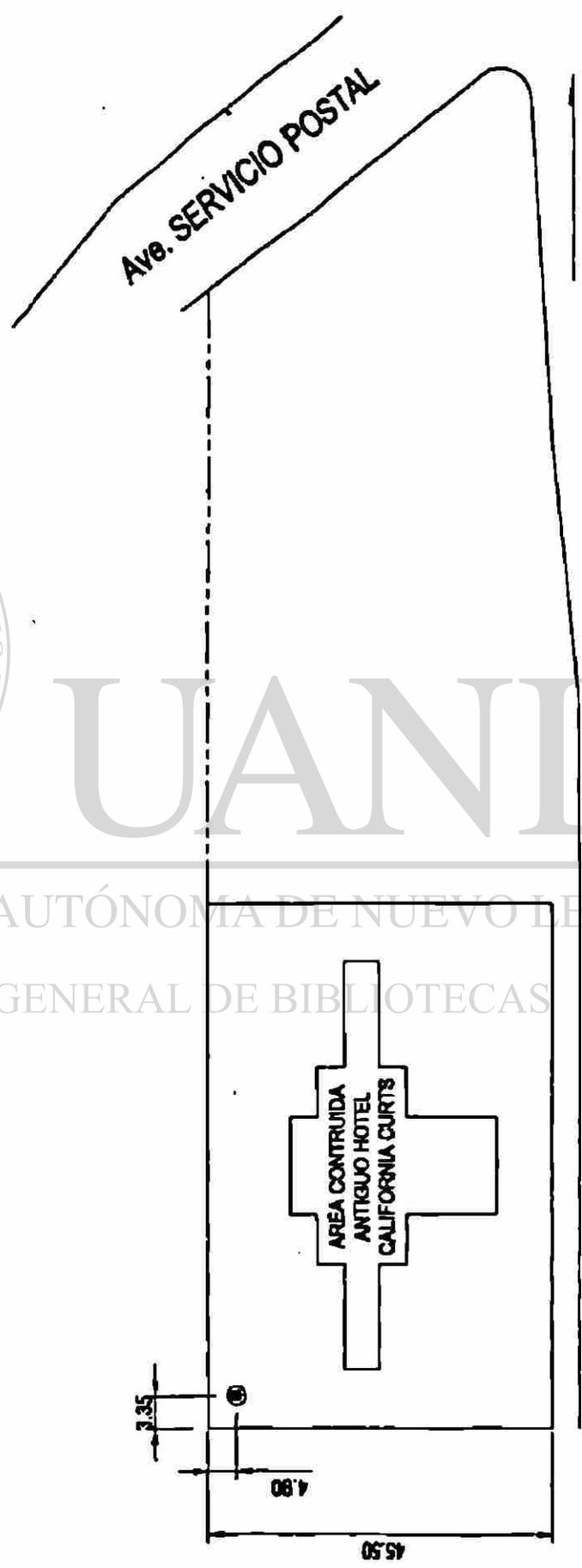


LATITUD NORTE 25° 43' 58"
LONGITUD OESTE 100° 19' 16"
ALTITUD 529.50 msnm.



UANI

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



155.00 Mts.

Ave. ALFONSO REYES®

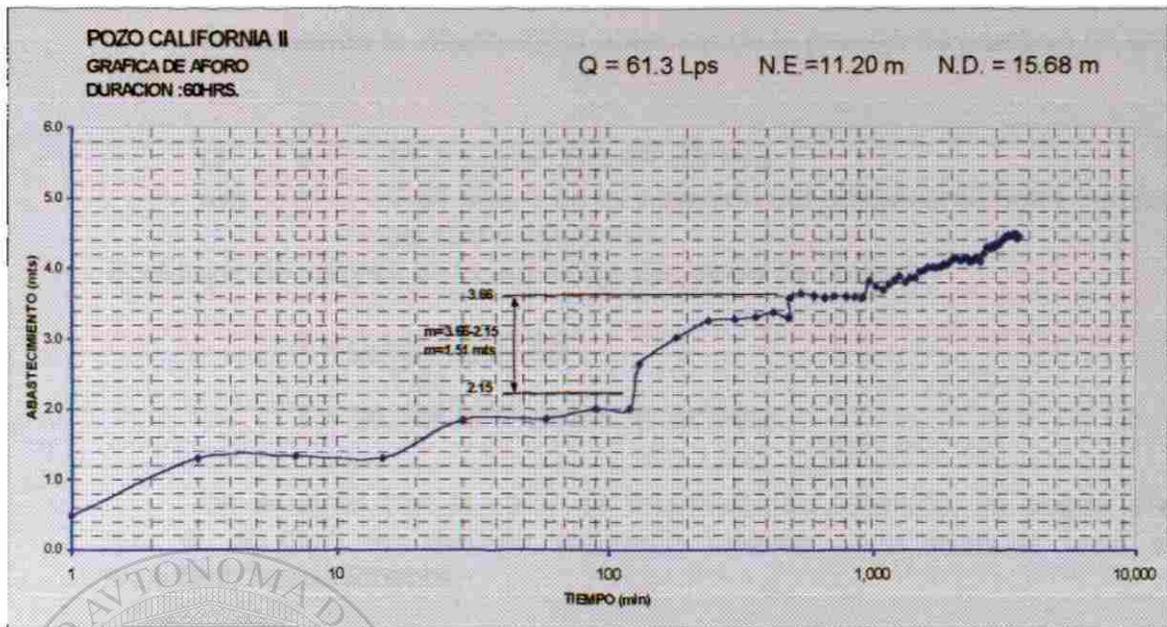


Figura 18. Aplicación del criterio analítico de Jacob-Cooper en la prueba de bombeo del pozo California

En esta misma prueba de bombeo sólo se tomaron datos del mismo pozo que se bombeó, ya que esta información fue proporcionada por los Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey y realizada desde el 28 de noviembre al 3 de diciembre de 1990. Por tal motivo, sólo se puede obtener la transmisibilidad (T) y con ésta, la permeabilidad (K) utilizando la solución que Jacob deduce, en virtud de simplificaciones.

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

Donde:

- T** = Transmisibilidad (m²/dia)
- Q** = Caudal de extracción (m³/dia)
- am** = Pendiente de la recta, que expresa la diferencia de abatimiento entre dos valores del tiempo cuya relación sea de 10 en la escala logarítmica (un ciclo logarítmico) (Johnson 1975).

Procesando la información obtenida de la prueba de bombeo se tiene que:

$$\begin{aligned} Q &= 61.3 \text{ Lps} = 220.68 \text{ m}^3/\text{Hra.} \\ am &= 1.51 \text{ mts. ; es la variación del abatimiento entre tiempo} \\ &\quad \text{de 100 y 1000 min.} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de Jacob se obtiene:

$$\begin{aligned} T &= \frac{0.183 \times 220.68}{1.51} \\ T &= 26.744 \text{ m}^3/\text{Hra./m o m}^2/\text{Hra.} \end{aligned}$$

De acuerdo con el valor de trasmisividad obtenido, se puede decir que el acuífero en estudio presenta buenas características para ser explotado racionalmente.

Del perfil geohidrológico mostrado en la figura 13, en el que es posible apreciar la variación del espesor acuífero, se determina un espesor promedio, que permita calcular la permeabilidad del acuífero con la siguiente expresión:

$$K = T / m$$

$$K = 3.88 \text{ m/Hra.}$$

$$m = \text{espesor promedio} = 6.9 \text{ m}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.7 ESTUDIO DE LA RED DE FLUJO

El empleo de la red de flujo de esta investigación tiene por objeto determinar la trayectoria del agua subterránea, calcular el caudal de entrada y el caudal de salida del área en estudio y consiste en un gráfico bidimensional compuesto por dos familias de curvas de índole especial: las curvas equipotenciales, definidas estas por los puntos que poseen la misma carga hidráulica y las líneas de flujo o líneas de corriente. Considerando que el medio es Isótropo y homogéneo, estas curvas se cruzan ortogonalmente, para poder ser analizadas correctamente, tal como se muestra en la figura 15.

Analizando un ancho promedio para calcular el caudal de entrada y de salida se tiene :

a) Cálculo de caudal de entrada:

$$Q_E = (K \times m) [(dh/dL)_1(b)_1 + (dh/dL)_2(b)_2]$$

Donde:

m.	= espesor promedio del acuífero	= 6.90 metros
K	= permeabilidad	= 3.88 m/hra.
Q_E	= Caudal de entrada (m ³ /Hra.)	
dh/dl	= Gradiente hidráulico del conducto analizado	
dh₁/dL₁	= 3.00/150 = 0.020	
dh₂/dL₂	= 3.00/175 = 0.017	
b	= Distancia entre líneas de flujo	

Con estos valores se sabe que el caudal de entrada es:

$$Q_E = 252.43 \text{ m}^3/\text{Hra.}$$

b) Cálculo del caudal de salida:

dh₃/dL₃	=	0.0068
dh₄/dL₄	=	0.0064

$$Q_s = 87.35 \text{ m}^3/\text{Hra.}$$

6.8 ECUACIÓN DE BALANCE GEOHIDROLÓGICO.

La ecuación del Balance Hidrológico es la misma ecuación de la continuidad, basada en el principio de Lavoisier de que (la materia no se crea ni se destruye), y se expresa: (Custodio y Llamas).

$$P = E + I + ET$$

Donde :

- P** = precipitación
- E** = Escurrimiento superficial.
- I** = Escurrimiento subterráneo (Infiltración)
- ET** = Evaporación y transpiración

Considerando que el ciclo hidrológico (figura 19) es un sistema mediante el cual la naturaleza hace circular el agua desde los océanos hasta la atmósfera y la retoma de nuevo en forma superficial y subterránea a aquéllas, a través de varias rutas; cortas algunas y largas otras, en términos de espacio y tiempo; se analizó el último año de que se tienen datos del mes de noviembre de 1997 a octubre de 1998 para conocer el volumen de recarga natural que ocurre en el acuífero en estudio. Siendo la precipitación anual para este ciclo de 407.9 mm. y la evaporación media = 176.10 mm; (información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua). Para el cálculo de la infiltración se consideró un factor del 15% de la precipitación total en áreas no construidas, (esta información fue proporcionada por el departamento de diseño de la Facultad de Arquitectura de la U.A.N.L.; pero sin el fundamento técnico, por lo que se tomó el dato con las reservas del caso).

Según estudios realizados por el fideicomiso de CEMEX y el grupo VISA, sobre ciudad universitaria, se reporta que el 55% del área se encuentra construida y el 45% restante queda para áreas verdes y campos deportivos; por lo que, con esta información, se obtienen los siguientes datos:

Área total de Ciudad Universitaria: 954,414.99 m²
Áreas verdes y campos deportivos: 429,486.74 m²

Cálculo de los parámetros que intervienen en la ecuación de balance hidrológico.

Volumen de precipitación = Área total analizada x precipitación total ocurrida en el año analizado.

Volumen de evaporación = Área total analizada x coeficiente de evaporación media en el año.

Volumen de infiltración = Área verde y campos deportivos x % de infiltración x precipitación total ocurrida en el año analizado.

Volumen de escurrimiento = Precipitación - evaporación - infiltración

En la tabla 4 se presentan los volúmenes de los parámetros que intervienen en la ecuación de balance geohidrológico, analizados en el periodo de noviembre de 1997 a octubre de 1998.

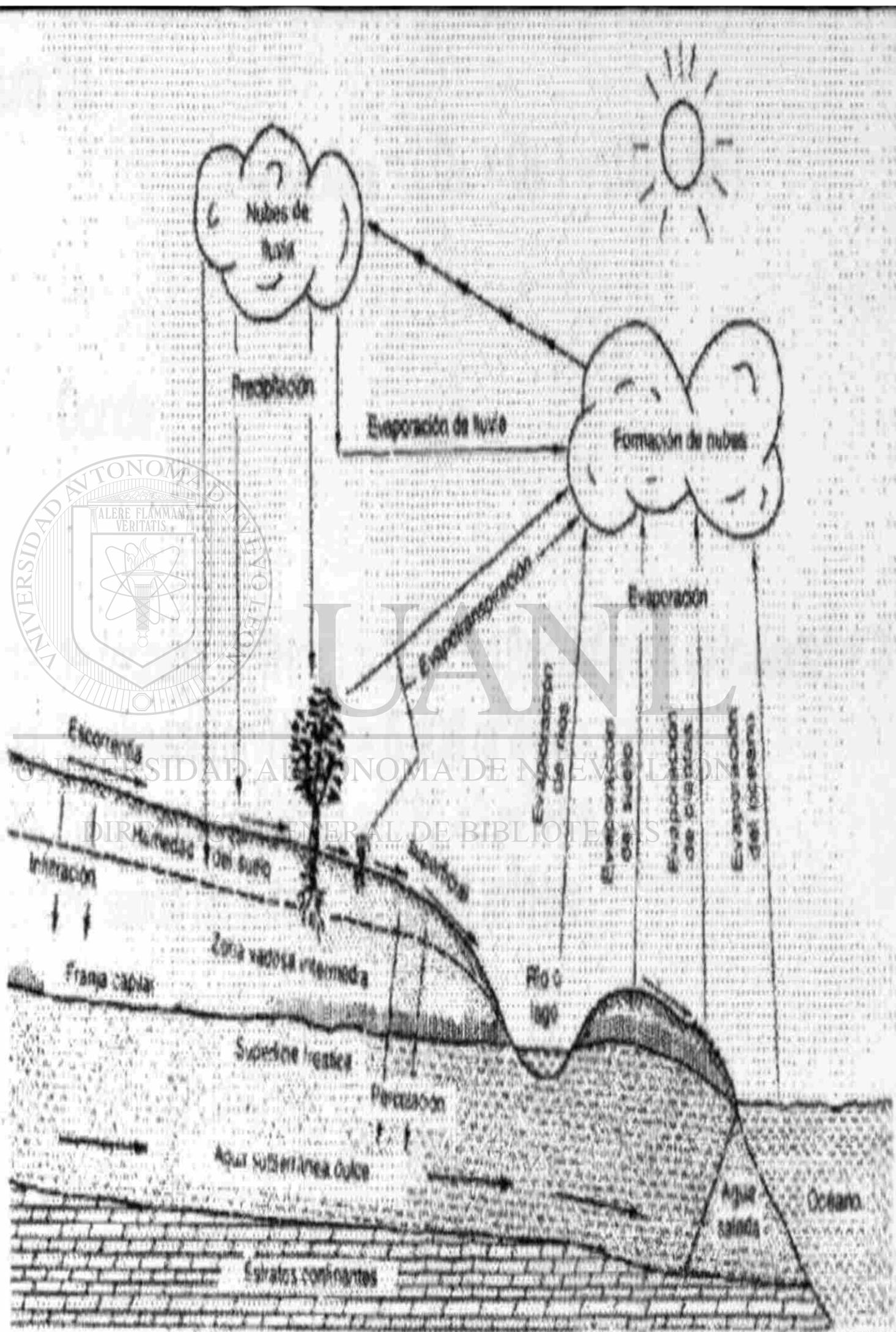
ACUÍFERO DE CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA U.A.N.L.

PARÁMETROS DE LA ECUACIÓN DE BALANCE
GEOHIDROLÓGICO ANALIZADOS EN EL PERÍODO DE NOVIEMBRE
DE 1997 A OCTUBRE DE 1998

$$Es = P - Ev - I$$

PARÁMETRO	VALOR	ÁREA ANALIZADA (M ²)	VOLUMEN (M ³)
Precipitación (P)	407.9 mm	954,414.99	389,305.87
Evaporación (E)	176.10 mm	954,414.99	168,072.47
Infiltración (I)	15%	429,486.74	26,278.15
Escurremient (Es)	-----	-----	194,951.33

Tabla 4. Parámetros de la Ecuación de Balance.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

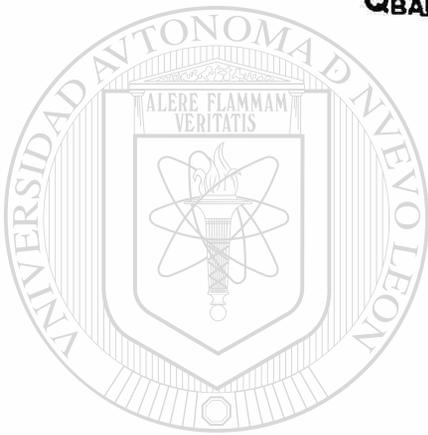
La ecuación de balance aplicada a un acuífero quedaría como en la figura 20.

$$Q_{\text{BALANCE}} = (Q_E + Q_R) - (Q_S + Q_B)$$

Donde:

$$\begin{aligned} Q_R &= \text{Caudal de recarga (m}^3/\text{Hra)} = 26,278.15\text{m}^3/\text{Año (ya calculado)} = 3.0 \text{ m}^3/\text{Hra} \\ Q_B &= \text{Caudal Bombeado (m}^3/\text{Hra)} = 6.408 \text{ m}^3/\text{Hra} \\ Q_E &= \text{Caudal de entrada (m}^3/\text{Hra)} = 252.43 \text{ m}^3/\text{Hra} \\ Q_S &= \text{Caudal de salida (m}^3/\text{Hra)} = 87.35 \text{ m}^3/\text{Hra} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{BALANCE}} = +161.672 \text{ m}^3/\text{Hra.}$$



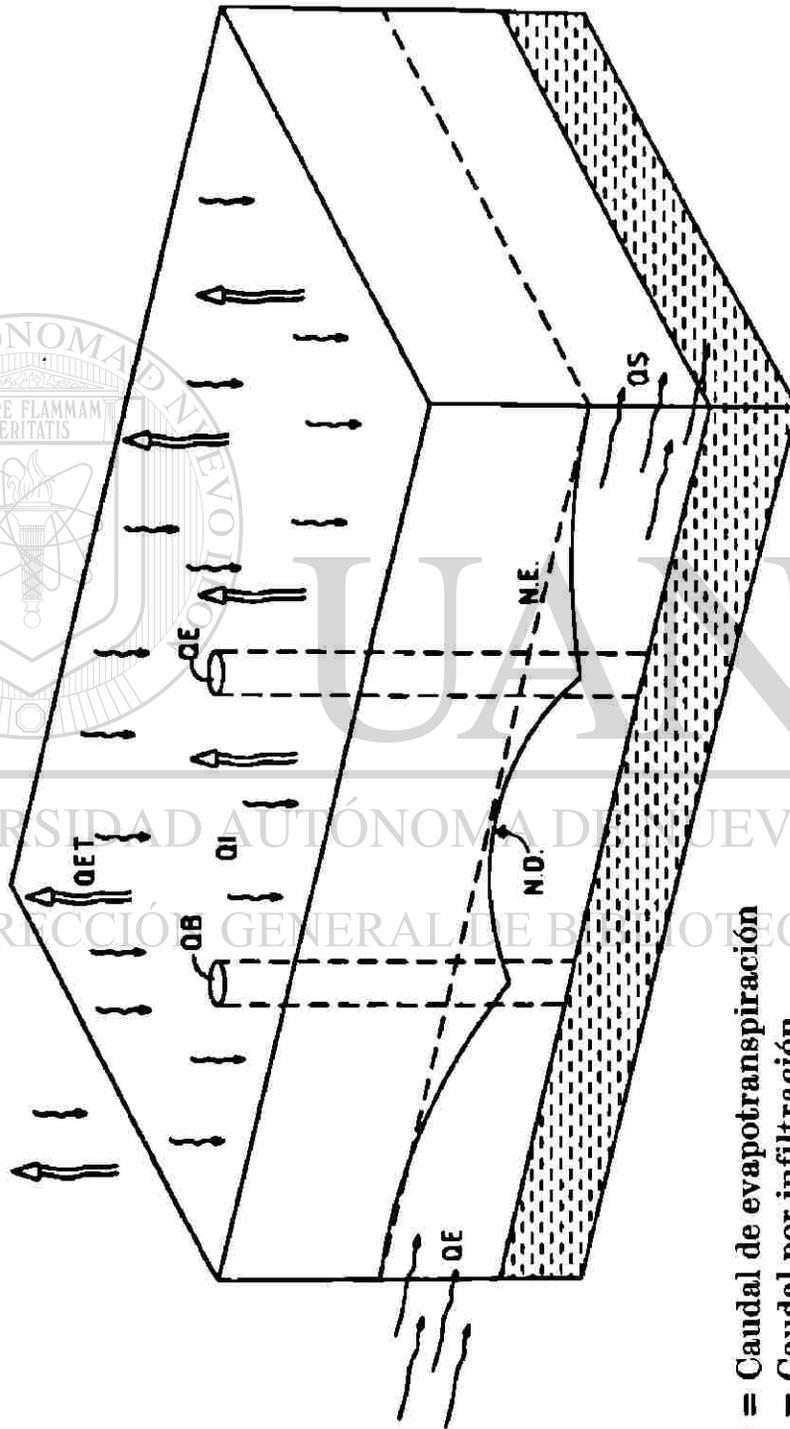
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIG. NUM. 20 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ECUACIÓN DE BALANCE



- QET = Caudal de evapotranspiración
- QI = Caudal por infiltración
- QE = Caudal de entrada
- QB = Caudal de extracción por bombeo
- QS = Caudal de salida
- N.E. = Nivel Estático
- N.D. = Nivel Dinámico

ECUACIÓN DE BALANCE PARA UN ACUÍFERO

$$Q_{\text{BALANCE}} = (Q_E + Q_B) - (Q_R + Q_M)$$

7. CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos de esta investigación demuestran que se pueden lograr caudales mayores para complementar el abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria, de tal manera que pueden incluso conectarse a la red de la ciudad, siempre y cuando se cumplan los requisitos de calidad geoquímica del agua.
2. En el aspecto geopolítico del área en estudio, ésta se encuentra entre dos de los municipios más importantes del estado y sus principales necesidades de agua son para: riego de jardines, campos deportivos y mantenimiento de edificios.
3. De acuerdo con el estudio climatológico realizado, se puede constatar que la zona estudiada no es muy favorecida ni por la consistencia ni abundancia de lluvias y que cuando éstas ocurren se concentran en muy poco tiempo, lo que ocasiona que los escurrimientos (incrementados aún más por la gran cantidad de área pavimentada y construida) y la evapotranspiración, sean por mucho, mayores a la recarga del acuífero, ya que para el ciclo analizado (Nov. 97 a Oct. 98) se obtuvo que la evaporación fue de $168,072.47 \text{ m}^3$, el escurrimiento de $194,951.33 \text{ m}^3$ y la infiltración $26,278.15 \text{ m}^3$, esta última equivalente a $3 \text{ m}^3/\text{Hra.}$, por lo que, comparando esta recarga vertical con la descarga por bombeo que actualmente se lleva a cabo en Ciudad Universitaria ($6.408 \text{ m}^3/\text{Hra.}$) se observa que ésta no llega ni al 50% del caudal extraído, aunado a esto, cabe mencionar, además, que el arroyo del Topo Chico prácticamente no aporta ninguna recarga al acuífero, ya que se encuentra revestido de concreto hidráulico.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

4. La red de drenaje natural forma parte de la cuenca del arroyo del Topo Chico, en su rivera sur, el cual más adelante descarga sus aguas en el río Pesquería, y éste, a su vez, en el río San Juan.
5. Fisiográficamente, el sitio se ubica en la provincia de la planicie costera del Golfo Norte.
6. Geológicamente, las rocas que conforman el área estudiada, pertenecen geocronológicamente al Cretácico Superior, Terciario Superior y Cuaternario.
7. Hidrogeológicamente, la unidad litológica impermeable involucrada como base del acuífero, es la formación Méndez y es sobre ésta que básicamente se localiza el acuífero en estudio, el cual está formado por: gravas empacadas en arcilla limosa; gravas y boleos parcialmente cementados,

limitados inferiormente por formaciones arcillosas y lutita café fracturada, con características hidráulicas promedio del coeficiente de transmisividad de 26.744 m²/Hra. y coeficiente de permeabilidad de 3.88m/Hra.

8. En cuanto a la geohidrología realizada, se puede decir que:

a)-. Debido a que en el área estudiada se detectó la presencia de un paleocauce, sobre la trayectoria de éste sería más ventajoso ubicar nuevas perforaciones, debido principalmente a que se lograrían mejores rendimientos, ya que se tendría un mayor espesor de acuífero con un valor de transmisibilidad más alto con respecto al resto del área, y por consecuencia, un menor cono de abatimiento.

b). – El balance geohidrológico arroja un resultado positivo debido principalmente a que el acuífero es muy probablemente azonal, ya que analizando los parámetros que intervienen para su cálculo, se observa que este tiene su mayor recarga por flujo horizontal y no por infiltración (recarga vertical).

$$Q_{\text{recarga}} = 3.000 \text{ m}^3/\text{Hra.}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 6.408 \text{ m}^3/\text{Hra.}$$

$$Q_{\text{entrada}} = 252.43 \text{ m}^3/\text{Hra.}$$

$$Q_{\text{salida}} = 87.35 \text{ m}^3/\text{Hra.}$$

$$Q \text{ Balance} = + 161.672 \text{ m}^3/\text{Hra.}$$

9. El gradiente hidráulico a la entrada del acuífero (2%) es mayor que el de salida (0.6%), lo cual nos indica que la velocidad de flujo descende dentro del área en estudio, provocado muy probablemente por una transmisibilidad más alta (los huecos son más grandes, están más interconectados o ambos).

10. En cuanto al método empleado para calcular el balance geohidrológico, éste contempla todas las posibles formas de cómo se puede mover el flujo en el subsuelo, por lo que la precisión que se logra está en función de la información con que se trabaje. Cabe mencionar que, en este trabajo de investigación, los datos de infiltración y evapotranspiración presentan elementos limitados en su confiabilidad; por lo que los resultados obtenidos deberán tomarse con las reservas del caso, y en estudios posteriores sería recomendable restablecer el balance geohidrológico.

8. RECOMENDACIONES.

1. Que se realicen análisis geoquímicos al agua, para establecer los usos que se le puedan dar a ésta.
2. Es importante continuar con las mediciones piezométricas a fin de complementar la información existente de abatimientos de niveles, así como de pozos nuevos, con el propósito de retroalimentar estadísticamente futuros estudios.
3. Sería deseable efectuar nuevos sondeos, apoyados con estudios Geológicos y Geofísicos, para confirmar la existencia de paleocauces y de este modo, hacer una configuración que permita establecer posibles interconexiones con otros, lo que favorecería la ubicación para nuevas fuentes de aprovechamiento.
4. Planear y ejecutar acciones que tiendan a lograr una distribución del bombeo en un área grande, buscando con ello que el aprovechamiento sea más racional, siguiendo las políticas de desarrollo sustentable.
5. Sería deseable que en un futuro estudio del área, se haga un modelo matemático, alimentándolo con una mayor cantidad de información, que permita hacer una caracterización y un balance geohidrológico más precisos.
6. Para lograr información analítica, la cual conduzca a deducir la situación del acuífero somero de la Ciudad Universitaria, sería atractivo cuantificar el tiempo de residencia del agua subterránea usando los métodos de isótopos como el Tritio (H^3) Oxígeno dieciocho (O^{18}) y Carbono catorce (C^{14}), para que con sus resultados podamos darle soporte como acuífero azonal y no como área con balance hídrico negativo.

GLOSARIO

Acuífero libre: Se puede definir como material geológico o tipo de roca capaz de almacenar y transmitir agua en cantidades significativas, estando esta en contacto directo con la atmósfera a través de los espacios huecos de un terreno permeable.

Gradiente Hidráulico: Se denomina así a la pendiente de la superficie freática o la de la superficie piezométrica y se expresa:

$$i = \frac{dh}{dl}$$

Donde:

i = gradiente hidráulico (adimensional)
 dh = es la diferencia de alturas entre los puntos que se desea determinar, el gradiente hidráulico se llama también carga hidráulica.
 dl = es la distancia horizontal entre los dos puntos analizados.

Permeabilidad y conductividad hidráulica (K): Coeficiente de permeabilidad es la cantidad de agua que puede fluir a través de una sección transversal del área unitaria dentro de un material poroso, por unidad de tiempo y bajo un gradiente hidráulico de 1.00 (100%) a una temperatura dada. (figura 16)

Trasmisibilidad (T): Es la razón a la cual fluye el agua a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario y de altura igual al espesor saturado del mismo, cuando el gradiente hidráulico es igual a 1 o sea 100 por ciento. (como se muestra en la figura).

Acuífero Azonal. Es el que tiene su recarga principal proveniente de otro lugar, mientras que su recarga vertical es menor o nula.

Aluvial: Son los depósitos (rocas, gravas y arenas) fluviales que se localizan en los ríos y arroyos y adquieren formas redondeadas al ser transportados por el agua.

Iluvión: Son los depósitos que se forman in situ (no se transportan) y se les llaman también autóctonos.

Coluvión: Son los depósitos acumulados al pié de una pendiente tras un corto recorrido y como consecuencia de la acción erosiva de las aguas de arroyada.

Alóctono: Que no se haya en su yacimiento primitivo, sino que ha sido transportada por algún agente geológico.

Autóctono: Son los depósitos que se forman en el mismo lugar.

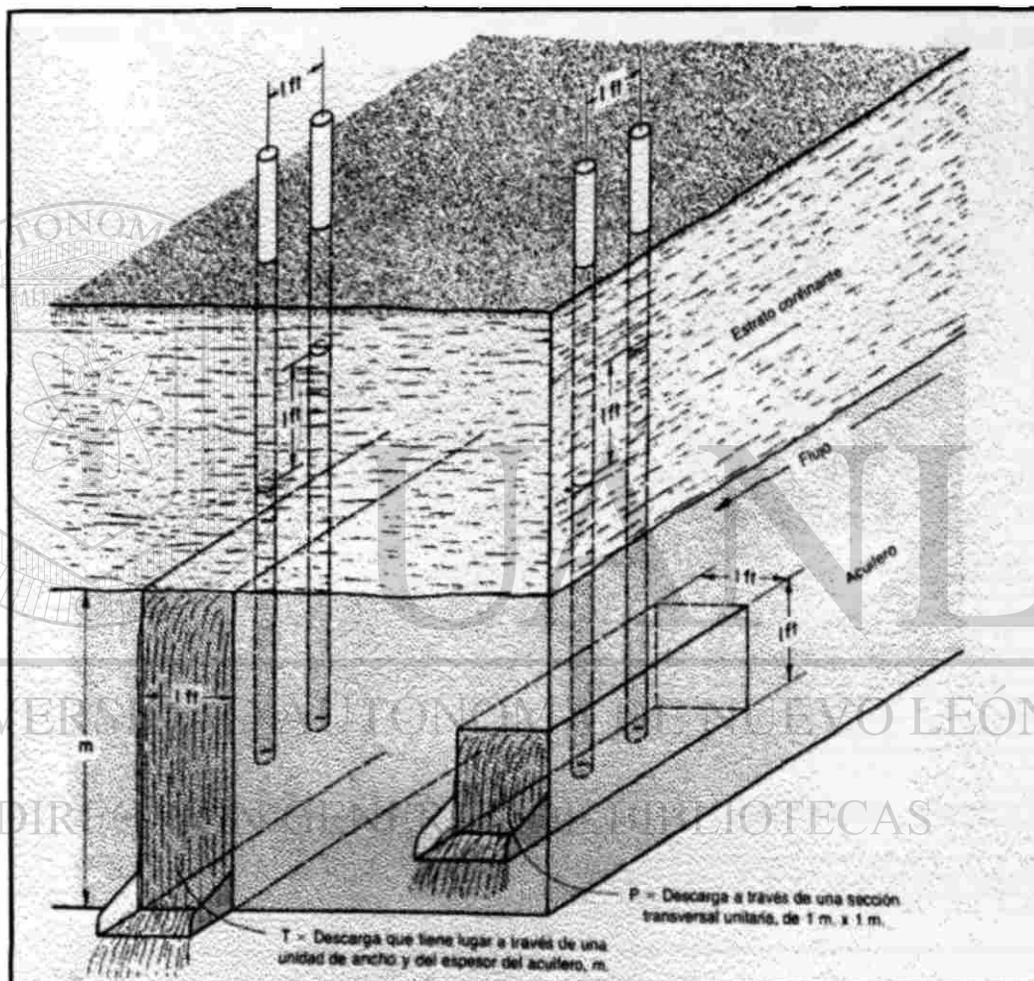


Figura. 21. Conceptos gráficos de los coeficientes de permeabilidad y trasmisividad. El coeficiente de permeabilidad, multiplicado por el espesor del acuífero es igual al coeficiente de trasmisividad. (Johnson, 1975)

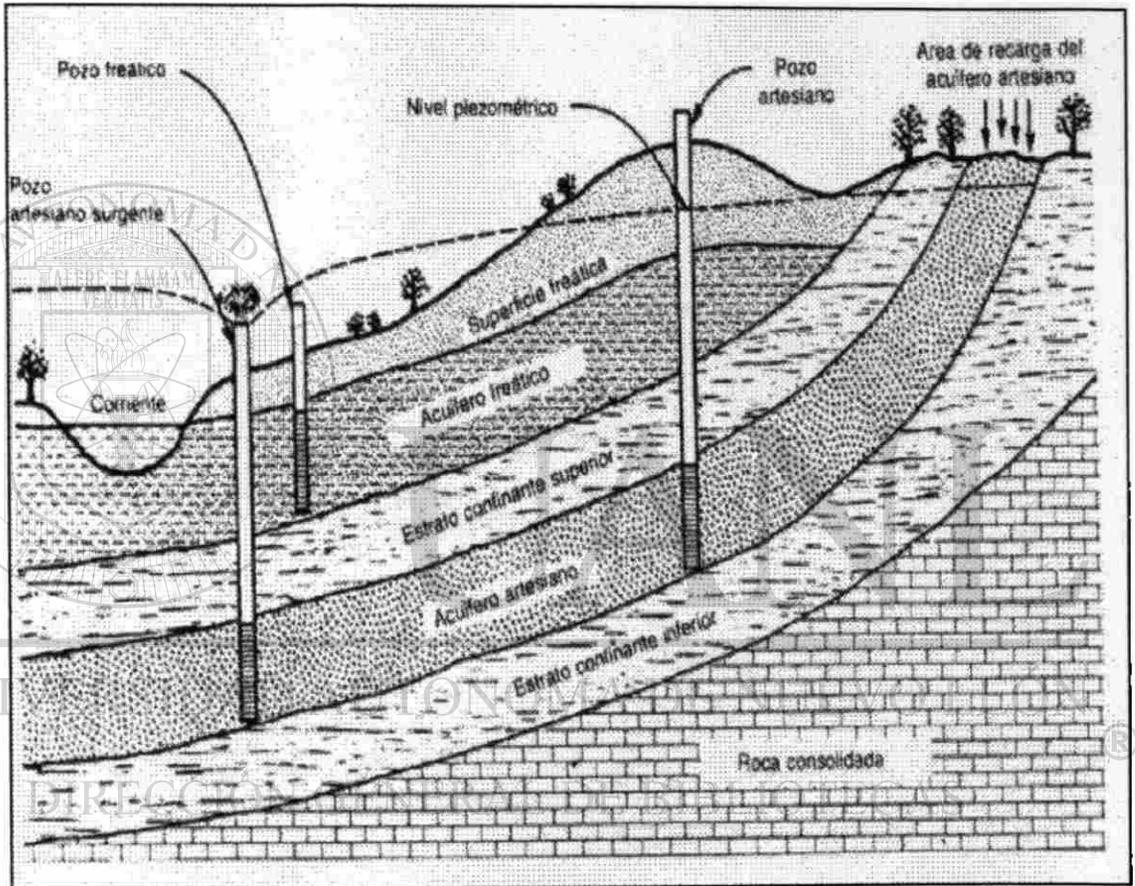
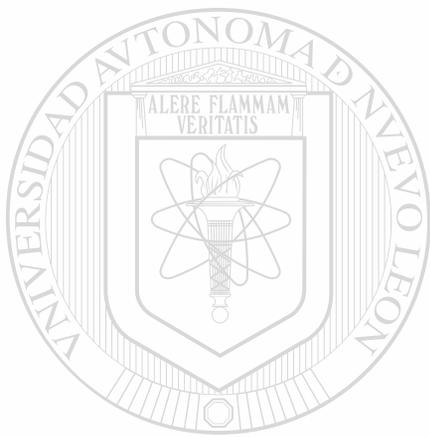


FIGURA 22 . Las fases subsuperficial y del agua subterránea del ciclo hidrológico (Johnson, 1975).



ANEXOS

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA No. 5 COMISION NACIONAL DEL AGUA
GERENCIA REGIONAL RIO BRAVO

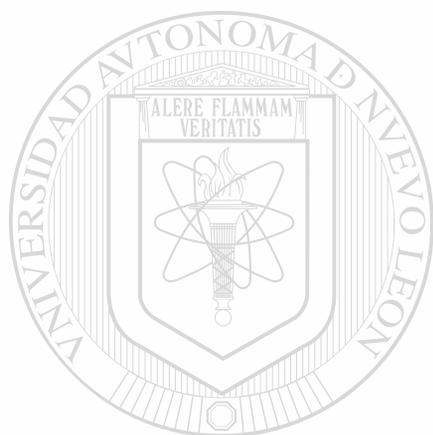
SUBGERENCIA TECNICA
UNIDAD DE HIDROMETEOROLOGIA
DATOS DE: PRECIPITACION MENSUAL EN mm.

LATITUD: 25° 44' 01"
LONGITUD: 100° 18' 17"
ALTITUD: 515 MSNM

CONTROLADA POR C.N.A.
ESTACION: OBSERVATORIO MET. MTY.
ESTADO: NUEVO LEON

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1958	16.3	14.4	4.3	10.4	48.8	113.7	81.2	93.4	359.8	372.5	26.9	13.0	1134.7
1959	19.6	55.0	7.7	34.4	13.0	81.0	31.2	10.4	70.2	67.7	18.0	3.1	389.3
1960	6.0	33.6	15.1	13.0	7.4	3.1	27.8	106.1	120.8	31.3	64.7	23.5	452.4
1961	10.7	3.3	48.3	20.3	1.9	64.9	40.1	26.1	123.9	57.0	17.4	2.3	414.2
1962	3.8	5.7	3.9	10.1	10.1	27.3	0.0	32.9	223.8	68.8	18.8	13.1	418.1
1963	4.5	4.6	47.6	60.1	50.8	43.0	34.4	29.2	241.3	21.5	7.2	25.4	569.8
1964	6.9	8.9	11.7	25.9	39.4	10.0	15.3	20.4	345.4	43.2	36.4	10.4	573.9
1965	9.0	10.4	10.3	22.9	52.9	45.4	0.4	60.4	143.5	40.8	24.3	28.8	438.9
1966	37.8	40.8	25.8	48.8	158.6	84.7	INAP.	84.5	158.6	67.7	48.9	2.0	764.0
1967	13.4	15.2	48.4	10.2	41.5	7.8	61.6	578.9	415.7	70.3	42.4	2.0	1305.4
1968	0.0	0.0	10.8	41.5	47.9	32.0	112.8	146.7	175.3	115.5	10.8	0.0	682.3
1969	0.5	6.2	4.4	12.2	41.0	94.2	36.4	142.8	138.8	122.2	48.0	11.4	658.1
1970	11.6	106.9	0.8	25.1	20.4	33.3	84.7	187.7	18.4	33.8	0.0	4.2	528.7
1971	8.6	2.8	0.5	1.0	20.0	96.4	52.5	157.1	282.1	81.5	23.9	10.5	718.9
1972	8.7	11.9	4.6	7.0	92.8	164.5	53.8	38.4	156.3	77.2	16.3	0.6	630.1
1973	21.4	31.5	0.0	113.8	11.1	440.8	38.1	151.4	44.1	94.9	17.3	14.2	978.6
1974	9.7	0.0	40.0	4.8	24.9	58.8	13.6	11.4	336.5	48.7	5.3	4.2	557.9
1975	7.2	15.2	1.2	10.4	47.2	8.9	190.9	86.7	137.1	13.6	0.7	23.3	542.4
1976	1.8	1.2	12.5	57.4	22.6	60.6	320.3	26.1	157.9	42.7	89.9	181.4	864.3
1977	18.9	11.7	8.1	32.0	19.1	8.3	INAP.	111.3	109.9	103.9	0.1	0.0	423.3
1978	12.9	8.3	1.3	21.3	33.2	35.7	22.6	206.0	248.8	120.7	18.1	4.9	731.8
1979	4.2	4.7	12.4	20.0	18.7	144.2	21.3	60.3	133.0	0.0	26.4	60.0	505.2
1980	3.0	8.0	1.0	3.3	78.8	5.4	14.9	139.3	52.9	114.5	39.7	10.6	471.4
1981	80.1	25.9	35.6	162.0	117.6	56.5	51.1	39.9	122.8	212.9	2.1	0.2	906.7
1982	0.0	7.9	14.3	73.9	62.3	3.1	12.4	13.5	58.1	146.6	18.2	56.1	486.4
1983	41.3	45.2	18.5	INAP.	123.6	54.0	137.1	48.0	218.4	87.3	INAP.	6.0	779.4
1984	111.1	0.7	1.7	INAP.	82.5	24.7	63.8	2.6	94.0	20.9	18.8	25.5	436.1
1985	35.1	23.0	28.1	95.9	57.2	77.2	19.1	75.9	18.5	71.9	1.9	3.4	507.2
1986	0.3	0.8	INAP.	52.9	93.5	47.0	3.1	0.8	328.5	91.8	38.7	85.2	742.4
1987	19.6	28.4	24.2	47.2	37.4	58.7	39.7	50.4	115.5	48.1	6.5	0.0	471.7
1988	24.8	20.7	22.1	25.4	59.5	65.2	147.4	90.8	248.3	13.4	INAP.	INAP.	717.6
1989	22.0	19.4	4.2	21.7	5.0	22.0	11.2	62.3	108.2	2.5	8.0	30.9	315.4
1990	4.9	INAP.	43.7	29.1	18.1	30.2	27.5	60.0	167.7	95.8	0.9	INAP.	478.7
1991	10.9	8.7	8.0	28.6	55.6	88.3	19.7	6.2	118.0	5.7	34.1	81.5	441.3
1992	74.9	15.7	18.7	25.4	124.8	2.8	6.2	57.5	44.9	33.6	22.0	11.4	437.7

1993	38.5	21.5	20.8	10.0	95.0	267.0	0.1	10.9	222.1	21.0	13.0	2.5	722.2
1994	45.3	8.1	45.0	8.6	61.5	33.2	7.5	27.7	238.3	27.8	28.8	33.4	565.1
1995	9.3	8.6	17.0	4.4	59.7	18.0	3.6	164.7	20.8	7.1	26.7	12.2	373.3
1996	13.8	0.2	0.0	13.1	2.5	52.8	5.8	304.6	6.4	84.5	9.8	1.9	495.0
1997	11.9	25.8	85.2	96.8	86.6	58.1	5.1	0.8	70.8	141.2	25.2	4.6	611.9
1998	0.1	18.6	27.1	15.2	INAP	32.3	5.3	65.5	144.5	70.5			378.1
SUMA	780.0	673.5	731.3	1312.1	2046.5	2635.4	1787.2	3597.4	6517.7	2968.8	858.1	761.7	24689.7
MAX.	111.1	106.8	85.2	162.0	158.6	440.8	320.3	578.9	415.7	372.5	99.9	161.4	1305.4
MIN.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.6	6.4	0.0	0.0	0.0	315.4
MEDIA	19.0	16.4	17.8	32.0	49.9	64.3	43.6	87.7	159.0	72.9	21.5	19.0	603.2



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA No. 6

COMISION NACIONAL DEL AGUA
GERENCIA REGIONAL RIO BRAVO
SUBGERENCIA TECNICA
UNIDAD DE HIDROMETEOROLOGIA

DATOS DE: EVAPORACION MENSUAL EN mm.

LATITUD: 25° 44' 01"

LONGITUD: 100° 18' 17"

ALTITUD: 515

CONTROLADA POR C.N.A.

ESTACION: OBSERVATORIO MET. MTY.

ESTADO: NUEVO LEON

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1982	121.89	78.68	138.78	125.80	131.55	103.30	148.26	174.08	101.93	93.34	72.71	61.86
1983	77.59	104.44	166.26	235.53	209.69	168.43	178.29	173.76	102.32	83.25	63.73	66.49
1984	35.28	118.21	134.45	114.43	226.93	161.53	194.69	223.34	121.92	67.44	90.09	64.47
1985	51.80	59.75	141.68	134.81	161.01	195.07	263.92	264.91	193.73	143.34	91.67	75.99
1986	78.43	64.86	172.95	168.11	197.55	167.75	256.54	267.73	147.90	80.82	73.16	37.71
1987	73.84	88.15	112.97	140.11	156.46	181.89	199.38	216.84	130.26	121.12	85.22	46.94
1988	81.10	88.02	162.82	183.72	199.14	201.03	191.60	161.03	136.20	98.61	123.40	78.63
1989	63.52	85.90	188.37	185.36	200.00	205.45	192.65	162.80	137.10	98.80	126.37	80.16
1990	102.01	96.42	166.44	131.56	205.93	245.06	212.72	204.20	128.90	112.40	86.07	117.01
1991	72.42	111.98	192.59	180.70	176.31	201.55	190.35	220.16	180.64	120.46	63.37	54.09
1992	81.90	95.46	147.77	143.20	137.44	262.58	295.81	226.25	127.15	97.97	66.04	75.52
1993	67.92	87.35	142.57	187.58	192.97	157.79	212.87	237.28	145.26	105.78	86.63	49.57
1994	74.53	82.90	133.65	151.79	176.79	206.76	266.69	214.61	145.26	105.78	86.63	49.57
1995	81.46	95.03	129.54	223.28	219.80	221.34	276.52	181.84	155.73	156.06	101.74	68.29
1996	115.50	124.11	162.90	233.00	220.30	253.10	276.70	216.60	136.80	121.80	91.90	74.00
1997	74.28	80.00	135.10	128.90	170.80	170.70	264.90	260.37	194.55	124.08	66.20	75.50
1998	96.93	133.40	156.46	214.93	267.68	255.77	304.09	223.65	194.55	156.06	128.37	117.01
MAXIMA	121.89	133.40	192.59	235.53	267.68	262.58	304.09	264.91	194.55	156.06	128.37	117.01
MEDIA	79.44	93.80	153.31	169.64	191.31	197.69	230.42	212.91	142.69	116.35	86.69	66.76
MIN.	35.28	59.75	112.97	114.43	131.55	103.30	148.26	161.03	101.93	66.20	66.04	37.71

**TABLA No. 7 COMISION NACIONAL DEL AGUA
GERENCIA REGIONAL RIO BRAVO
SUBGERENCIA TECNICA
UNIDAD DE HIDROMETEOROLOGIA
DATOS DE: TEMPERATURA MINIMA EXTRAORDINARIA (°C.)**

LATITUD: 25° 44' 01"
LONGITUD: 100° 18' 17"
ALTITUD: 515

CONTROLADA POR: C.N.A.
ESTACION: OBSERVATORIO
ESTADO: NUEVO LEON

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1977	2.0	4.0	8.0	12.0	18.4	21.0		21.2	19.5	8.9	5.4	1.0
1978	1.0	2.5	2.8	10.1	15.8	19.8	21.4	19.8	17.5	12.2	9.0	-1.4
1979	-4.0	1.4	8.0	12.9	14.4	16.7	21.8	19.4	15.7	11.2	2.2	2.4
1980	3.2	0.8	0.2	8.4	19.0	21.9	21.8	20.2	21.0	7.4	3.4	1.4
1981	1.5	0.7	8.4	14.0	15.4	19.4	20.6	21.2	14.2	7.4	7.2	4.3
1982	-0.7	0.0	5.0	9.4	16.3	19.8	21.2	21.7	19.2	11.4	3.0	4.3
1983	4.4	8.0	8.0	10.2	15.2	17.5	20.0	21.0	14.2	12.7	8.4	-8.0
1984	0.7	5.0	6.8	14.0	15.7	15.8	20.4	19.9	12.5	12.6	5.6	5.6
1985	-2.2	-4.1	10.4	12.0	17.1	19.4	20.3	20.5	14.6	14.1	8.8	1.0
1986	3.0	3.9	8.5	16.4	18.6	20.3	20.8	21.7	20.4	9.9	2.8	3.7
1987	1.7	4.4	2.5	6.9	17.0	18.1	19.9	21.1	17.9	14.9	4.3	3.5
1988	2.8	1.3	7.1	12.1	18.2	20.1	21.1	20.8	17.5	14.2	7.5	2.4
1989	1.6	-1.7	0.3	8.4	19.2	20.1	18.4	20.8	14.0	7.4	5.5	-6.0
1990	5.6	8.8	7.3	10.8	14.6	22.4	21.0	20.8	18.0	11.3	7.8	0.4
1991	4.6	6.1	11.6	10.7	16.6	19.6	19.7	21.7	13.1	15.1	4.5	6.4
1992	0.8	7.0	6.0	7.1	15.1	20.0	21.6	20.4	19.4	14.5	3.7	4.8
1993	4.0	6.4	4.0	14.0	15.0	20.0	19.8	21.7	14.9	1.0	2.4	5.2
1994	5.2	2.0	5.8	11.0	13.2	20.2	20.6	21.0	17.0	11.0	10.8	6.6
1995	3.7	6.4	7.0	13.0	17.9	18.8	22.0	22.0	12.2	11.0	7.2	4.0
1996	0.8	1.2	3.0	6.5	15.0	20.8	21.3	21.0	16.2	13.0	6.2	-2.0
1997	-1.0	5.1	10.7	8.0	14.5	22.0	21.6	21.7	18.5	9.6	5.2	0.3
1998	6.4	8.8	8.2	11.8	17.6	22.0	22.8	22.0	20.0	12.4	9.8	
MAX	6.4	8.8	11.6	16.4	19.2	22.4	22.8	22.0	21.0	15.1	10.8	6.6
MIN	-4.0	-4.1	0.2	6.5	13.2	15.8	18.4	19.4	12.2	1.0	2.2	-8.0
MED	2.1	3.5	6.3	10.9	16.4	19.8	20.9	21.0	16.7	11.1	5.9	1.9

**TABLA No. 8 COMISION NACIONAL DEL AGUA
GERENCIA REGIONAL RIO BRAVO
SUBGERENCIA TECNICA
UNIDAD DE HIDROMETEOROLOGIA
DATOS DE: TEMPERATURA MAXIMA EXTRAORDINARIA (°C.)**

LATITUD: 25° 44' 01"

LONGITUD: 100° 18' 17"

ALTITUD: 515

CONTROLADA POR: C.N.A.

ESTACION: OBSERVATORIO

ESTADO: NUEVO LEON

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1977	28.8	34.2	33.5	35.0	36.3	37.0	38.6	39.0	35.4	34.5	33.7	35.2
1978	31.7	34.1	32.5	40.0	40.6	38.3	40.0	39.6	36.0	30.0	30.2	35.0
1979	31.4	33.4	34.3	38.4	41.3	35.6	38.4	38.4	35.6	36.0	34.4	32.0
1980	28.3	34.8	38.4	40.0	38.2	41.5	41.2	39.0	37.5	35.0	33.4	28.0
1981	26.3	29.6	34.3	33.7	39.3	35.4	35.6	37.8	33.5	33.0	35.4	34.7
1982	34.2	35.3	38.2	42.3	35.4	39.2	39.1	39.0	37.8	34.3	32.0	32.4
1983	28.2	29.6	32.9	38.6	43.8	37.8	35.7	36.8	35.7	32.3	33.4	33.2
1984	27.8	33.4	39.3	41.4	42.6	37.6	38.0	37.7	34.7	36.8	32.8	32.8
1985	31.9	30.8	35.2	37.4	38.3	36.5	38.0	38.6	36.6	36.0	33.1	31.6
1986	33.0	38.7	36.8	40.2	37.0	34.0	38.0	40.0	36.6	33.2	32.5	22.5
1987	32.7	31.6	30.2	37.0	36.5	37.0	36.8	38.5	36.4	34.8	31.8	33.4
1988	29.9	31.7	36.7	40.5	41.0	41.2	36.6	38.6	32.5	34.3	37.0	29.5
1989	34.9	37.5	39.0	40.5	41.5	41.0	40.0	36.5	37.0	34.5	33.9	28.9
1990	30.1	34.0	32.5	43.0	42.5	40.0	37.1	37.8	36.5	33.5	33.2	32.5
1991	30.6	34.3	42.0	41.3	38.2	39.0	39.1	39.8	35.2	34.8	32.0	25.6
1992	27.0	31.8	33.4	37.8	35.5	44.0	42.5	39.5	37.8	34.5	34.0	31.0
1993	30.7	33.8	34.5	39.2	35.7	40.1	37.4	38.0	35.5	34.4	32.3	29.2
1994	35.0	32.5	36.0	39.5	38.0	41.5	39.8	38.0	35.4	34.7	35.2	29.4
1995	31.5	32.7	40.3	41.5	44.2	38.0	39.6	37.2	35.5	37.7	35.8	35.5
1996	33.8	39.4	38.7	42.0	39.5	41.0	39.6	40.9	37.0	35.8	35.6	32.5
1997	34.5	34.0	36.5	37.6	39.0	38.0	38.8	40.5	37.8	35.8	36.5	34.5
1998	31.4	34.3	37.7	41.1	45.8	44.9	42.7	40.5	38.4	33.4	28.6	
MAX	35.0	39.4	42.0	43.0	45.8	44.9	42.7	40.9	38.4	37.7	37.0	35.5
MIN	26.3	29.6	30.2	33.7	35.4	34.0	35.6	36.5	32.5	30.0	28.6	22.5
MED	31.1	33.7	36.0	39.5	39.6	39.0	38.8	38.7	36.1	34.5	33.5	31.4

TABLA No. 9 COMISION NACIONAL DEL AGUA
GERENCIA REGIONAL RIO BRAVO
SUBGERENCIA TECNICA

UNIDAD DE HIDROMETEOROLOGIA
DATOS DE: TEMPERATURA MEDIA (C)

LATITUD: 25° 44' 01"
 LONGITUD: 100° 18' 17"
 ALTITUD: 515 MSNM

CONTROLADA POR: C.N.A.
 ESTACION: OBSERVATORIO
 MPIO: SAN NICOLAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1977	11.2	16.1	20.2	21.6	25.3	27.9	28.3	28.5	27.2	21.7	18.8	16.2
1978	11.5	12.8	19.3	23.7	20.1	28.0	29.1	28.0	24.3	20.4	18.1	14.2
1979	11.5	15.1	19.8	23.6	25.0	25.8	28.3	27.8	24.5	23.9	16.2	13.6
1980	15.4	15.3	20.6	23.1	26.5	30.4	29.5	27.4	27.4	21.0	15.4	14.3
1981	12.8	14.6	18.3	22.0	24.4	25.9	27.1	27.5	24.9	22.3	19.9	16.6
1982	16.1	14.6	21.4	23.5	24.1	28.4	29.0	29.1	26.4	21.1	17.1	14.3
1983	13.4	16.3	19.9	23.3	25.3	26.9	26.7	27.3	24.5	21.8	19.8	11.3
1984	11.1	16.6	20.6	26.0	26.1	26.5	26.6	27.7	23.7	20.9	18.1	17.2
1985	11.0	14.0	20.5	23.6	25.7	27.3	28.2	29.4	27.5	23.5	20.6	14.2
1986	15.4	19.4	21.8	25.0	26.1	26.1	28.0	29.0	26.4	21.5	19.0	12.7
1987	13.5	16.3	17.0	20.3	25.0	26.8	27.2	28.7	25.9	22.3	17.6	16.5
1988	11.7	15.6	20.3	24.4	26.1	27.3	28.3	28.1	25.7	22.5	20.8	15.6
1989	21.5	21.4	26.4	23.9	29.2	30.2	29.5	28.0	25.2	23.2	20.1	11.8
1990	13.5	16.0	20.6	23.4	25.3	27.5	28.1	28.2	25.7	22.0	18.6	14.5
1991	13.8	17.4	24.4	26.2	26.9	28.7	26.8	29.4	24.0	20.5	16.2	15.0
1992	12.3	20.0	20.80	22.10	23.60	29.60	29.1	28.1	26.5	23.5	16.8	15.5
1993	14.9	17.2	20.2	23.8	25.2	26.4	28.1	28.8	25.2	21.9	16.9	18.1
1994	15.4	16.2	20.6	23.4	25.8	28.3	29.4	27.9	25.2	23.4	20.8	16.4
1995	15.1	18.6	19.7	24.4	27.8	27.7	29.3	27.3	26.3	23.9	19.4	15.4
1996	15.6	18.1	19.3	24.3	28.5	29.4	30.1	27.7	27.1	23.9	19.3	16.1
1997	13.5	15.9	20.6	20.4	24.8	27.4	29.4	30.0	27.7	22.4	17.4	14.5
1998	18.3	19.0	18.9	24.2	30.0	30.7	30.5	28.8	26.9	22.5	19.5	

MAX	21.5	21.4	28.4	26.2	30.0	30.7	30.5	30.0	27.7	23.9	20.8	17.2
MIN	11.0	12.8	17.0	20.3	20.1	25.8	26.5	27.3	23.7	20.4	15.4	11.3
MED	14.0	16.7	20.6	23.5	25.8	27.9	28.5	28.3	25.8	22.3	18.5	14.9

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

DESCARGA DE 6" A 5"

FECHA	HORA	MINUTOS	ESTATICO	NIVELES DINAMICO	REVOLUCIONES	PIEZO METRO (CM)	GASTO L.P.S	ABATIMIENTO	OBSERVACIONES
NOV-28-90	20:00	0	11.20		11.70	1200	53.0	37.40	0.50
	20:01	1			12.50	1200	52.0	37.00	1.30
	20:03	3			12.54	1200	52.0	37.00	1.34
	20:07	7			12.51	1200	52.0	37.00	1.31
	20:15	15			13.05	1400	79.0	45.70	1.85
	20:30	30			13.06	1400	79.0	45.70	1.86
	21:00	60			13.20	1400	79.0	45.70	2.00
	21:30	90			13.20	1400	79.0	45.70	2.00
	22:00	120			13.85	1600	107.0	53.20	2.65
	22:10	130			14.22	1800	141.0	61.00	3.02
NOV-29-90	23:00	180			14.46	1800	141.0	61.00	3.26
	24:00	240			14.47	1800	141.0	61.00	3.27
	01:00	300			14.51	1800	138.0	60.40	3.31
	02:00	360			14.57	1800	136.0	60.00	3.37
	03:00	420			14.50	1800	132.0	59.00	3.30
	04:00	480			14.77	1900	152.0	63.20	3.57
	04:05	485			14.85	1900	147.0	62.30	3.65
	05:00	540			14.81	1900	145.0	61.90	3.61
	06:00	600			14.79	1900	142.0	61.30	3.59
	07:00	660			14.80	1900	141.0	61.00	3.60
NOV-29-90	08:00	720			14.80	1900	142.0	61.30	3.60
	09:00	800			14.80	1900	142.0	61.30	3.60
	10:00	860			14.80	1900	142.0	61.30	3.59
	11:00	920			14.79	1900	142.0	61.30	3.59
	12:00	980			15.01	1900	142.0	61.30	3.81
	13:00	1040			14.94	1900	142.0	61.30	3.74
	14:00	1100			14.90	1900	142.0	61.30	3.70
	15:00	1160			14.97	1900	141.0	61.00	3.77
	16:00	1220			15.03	1900	140.0	60.80	3.83
	17:00	1280			15.10	1900	140.0	60.80	3.90
NOV-30-90	18:00	1340			15.00	1900	142.0	61.30	3.80
	19:00	1400			15.06	1900	140.0	60.80	3.86
	20:00	1460			15.06	1900	140.0	60.80	3.86
	21:00	1520			15.16	1900	140.0	60.80	3.96
	22:00	1580			15.17	1900	140.0	60.80	3.97
	23:00	1640			15.22	1900	140.0	60.80	4.02
	24:00	1700			15.22	1900	141.0	61.00	4.02
	01:00	1760			15.22	1900	141.0	61.00	4.02
	02:00	1820			15.23	1900	139.0	60.40	4.03
	03:00	1880			15.26	1900	137.0	60.00	4.06
04:00	1940			15.26	1900	138.0	60.20	4.06	
05:00	2000			15.31	1900	139.0	60.40	4.11	
06:00	2060			15.35	1900	139.0	60.40	4.15	
07:00	2120			15.34	1900	137.0	60.00	4.14	
08:00	2180			15.31	1900	138.0	60.20	4.11	
09:00	2240			15.34	1900	140.0	60.80	4.14	
10:00	2300			15.36	1900	140.0	60.80	4.16	
11:00	2360			15.30	1900	140.0	60.80	4.10	

SE TOMO MUESTRA DE AGUA FISICO QUIMICA

SE TOMO MUESTRA DE AGUA BACTERIOLOGICA

POZO CALIFORNIA II

DESCARGA DE 6" A 5"

FECHA	HORA	MINUTOS	ESTATICO	NIVELES DINAMICO	REVOLUCIONES	PIEZO METRO (CM)	GASTO L.P.S	ABATI MIENTO	OBSERVACIONES
	12:00	2420		15.31	1900	140.0	60.80	4.11	
	13:00	2480		15.35	1900	140.0	60.80	4.15	
	14:00	2540		15.33	1900	140.0	60.80	4.13	
	15:00	2600		15.30	1900	140.0	60.80	4.10	AGUA CLARA
	16:00	2660		15.40	1900	139.0	60.40	4.20	
	17:00	2720		15.50	1900	139.0	60.40	4.30	
	18:00	2800		15.48	1900	139.0	60.40	4.28	
	19:00	2860		15.51	1900	140.0	60.80	4.31	
	20:00	2920		15.50	1900	142.0	61.30	4.30	
	21:00	2980		15.54	1900	142.0	61.30	4.34	
	22:00	3040		15.54	1900	142.0	61.30	4.34	
	23:00	3100		15.58	1900	142.0	61.30	4.38	
	24:00	3160		15.60	1900	142.0	61.30	4.40	
	01:00	3220		15.65	1900	141.0	61.00	4.45	
	02:00	3280		15.66	1900	142.0	61.30	4.46	
	03:00	3340		15.65	1900	142.0	61.30	4.45	
	04:00	3400		15.66	1900	140.0	60.80	4.46	
	05:00	3460		15.65	1900	139.0	60.40	4.45	
	06:00	3520		15.68	1900	141.0	61.00	4.48	
	07:00	3580		15.62	1900	141.0	61.00	4.42	
	08:00	3640		15.64	1900	140.0	60.80	4.44	

RECUPERACION

08:01	13.66
08:03	13.59
08:07	13.56
08:15	13.49

DIC-03-90 11:30 12.20

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ **COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y DRENAJE DE MONTERREY (1990),** SISTEMA MONTERREY, TOMO IV, MONTERREY, N.L., INFORME INTERNO.
- ◆ **CUSTODIO Y LLAMAS, ENRIQUE. M.R. (1976):** HIDROLOGIA SUBTERRANEA, BARCELONA, ESPAÑA, ED. OMEGA. 1, 161 p.
- ◆ **DAVIS & DE WIEST (1971):** HIDROGEOLOGÍA, BARCELONA, ARIEL, 563 p.
- ◆ **INEGI. (1986) SÍNTESIS GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN,** IMPRESO POR EL INEGI. MÉXICO, D.F. 170 p.
- ◆ **INEGI.(1986) CARTAS TOPOGRÁFICAS, GEOLÓGICAS, GEOHIDROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS, ESCALA 1:50,000. MÉXICO, D.F.**
- ◆ **JOHNSON DIVISION UOP INC. (1975): EL AGUA SUBTERRÁNEA Y LOS POZOS. ED. BIBLIOTECA DEL CONGRESO DE LOS E.U.A. 513 p.**
- ◆ **LINSLEY, R.K.; KOHLER, M.A. Y PAULUS, J.L.H. (1984):** HIDROLOGÍA PARA INGENIEROS, MEXICO, MC GRAW-HILL, 386 p.
- ◆ **LOPEZ RAMOS (1980): GEOLOGÍA DE MÉXICO, ED. D.R., TERCERA EDICION, TOMO II, 454 p.**
- ◆ **INSTITUTO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA U.A.N.L. (1994):** REPORTE DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO DE METRORREY PARA LA LÍNEA DOS DEL METRO.
- ◆ **U.A.N.L. (1997): SAN NICOLAS DE LOS GARZA, RETOS FRENTE AL TERCER MILENIO, ED. U.A.N.L. 172 p.**

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES:

Nombre: Luciano Hernández García

Lugar y Fecha de nacimiento: Monterrey, N.L.
Septiembre 8 de 1955

Nacionalidad: Mexicano

Estado civil: Casado

Domicilio: Sierra del Parral No. 909
Col. Las Puentes 10° Sec.
San Nicolás de los Garza, N.L.

Formación Académica:

Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León
1972-1977

Maestría en ciencias con Especialidad en Hidrología Subterránea
Universidad Autónoma de Nuevo León
1998

Empleo actual:

Catedrático de la Facultad de Arquitectura (U.A.N.L.)
Desde 1981 a la fecha

Contratista de obra civil
Desde 1980 a la fecha

