

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



LOCALIZACION, CONSTRUCCION Y PRUEBA DE  
UN POZO EN UNA FALLA GEOLOGICA  
DE DILUSION

Por

FRANCISCO CESAR LOZANO GONZALEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA

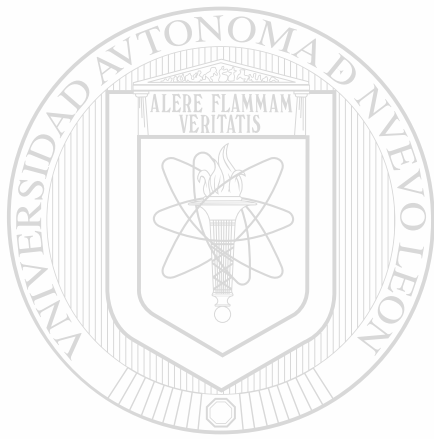
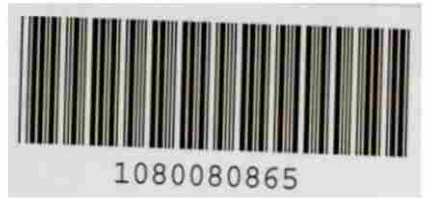
1998

TM

TD405

L6

c.1



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

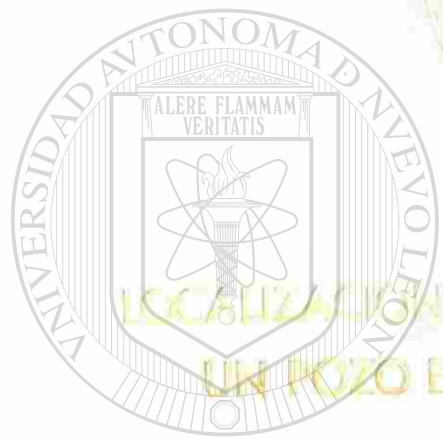


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

11162

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



LOCALIZACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE  
UN POZO EN UNA TALLA GEOLOGICA  
DE DILUSION

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

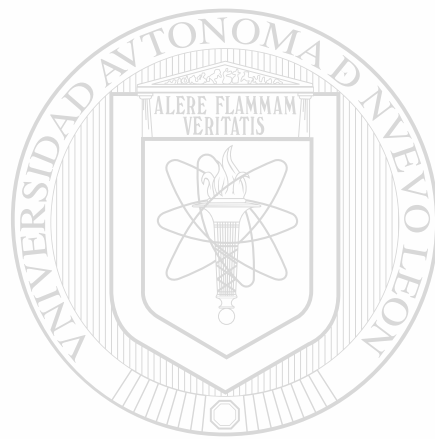
FRANCISCO CESAR LOZANO GONZALEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN HIDROLOGIA SUPERFICIALES



1998

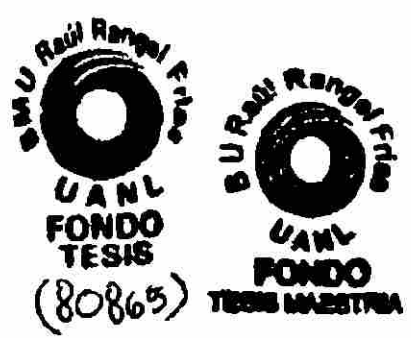
TM  
TD405  
L6

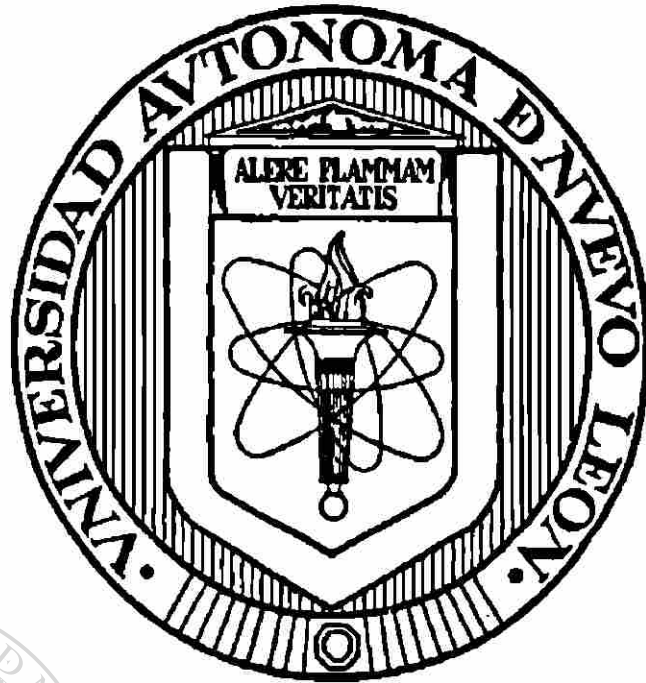


# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





**RECTOR**

**Dr. REYES S. TAMEZ GUERRA**

**SECRETARIO GENERAL**

**DR. LUIS J. GALÁN WONG**

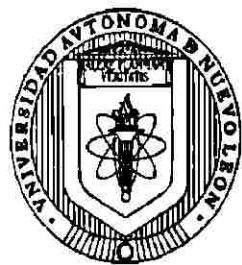
**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**SECRETARIO ACADEMICO**

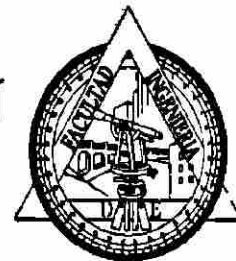
**Ing. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ TREVIÑO**

**DIRECTOR GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**DR. ERARDO M. ELIZONDO VILLARREAL**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL U.A.N.L.**  
**SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

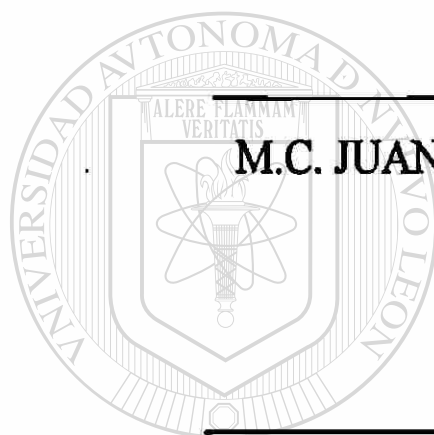


**“Localización, construcción y prueba de un pozo en una falla  
geológica de dilusión”**

**APROBACIÓN DE LA TESIS:**

**M.C. JUAN MANUEL CHAPA GUERRERO**

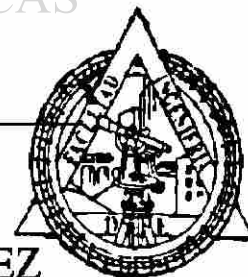
**ASESOR DE TESIS**



**UANL**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

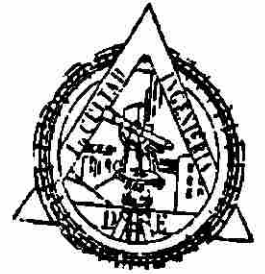


**Ing. OSCAR MANUEL ROBLES SANCHEZ**

**SECRETARIA DE ESTUDIOS  
DE POSTGRADO**  
**Secretario de la División de Estudios de Postgrado.**



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, U.A.N.L.  
SECRETARIA DE POSTGRADO



COMPROBANTE DE CORRECCION.

Tesista : FRANCISCO CESAR LOZANO GONZALEZ

Tema de la tesis : LOCALIZACION, CONSTRUCCION Y PRUEBA  
DE UN POZO EN UNA FALLA GEOLOGICA  
DE DILUSION.

Este documento certifica la corrección Definitiva  
del trabajo de tesis arriba indentificado, en los aspectos : ortográfico,  
metacológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(Ninguna)

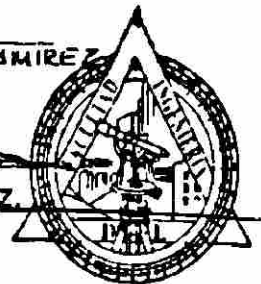
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Nombre y firma de quien corrigió :

Ramón Longoria  
ARQ. RAMÓN LONGORIA RAMÍREZ

El Secretario de Postgrado :

Oscar M. Robles  
Ing. Oscar M. Robles Sánchez



Ciudad Universitaria, a 1º de abril

de SECRETARIA DE ESTUDIOS  
DE POSTGRADO



Monterrey, N.L. a 1 de abril de 1998

Ing. OSCAR MANUEL ROBLES SÁNCHEZ  
SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Por medio de la presente solicito la tramitación correspondiente, para sustentar mi Exámen de Grado, ya que he concluido con la elaboración de la tesis, la cual se intitula "Localización, construcción y prueba de un pozo en una falla geológica de dilusión"

La aprobación de la tesis en cuanto a la parte teórica y técnica fue realizada por mi asesor el M.C. Juan Manuel Chapa Guerrero; así mismo se realizó la revisión Ortográfica, Metodológica y Estilística por el Arq. Ramón Longoria Ramirez.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano las atenciones que sirva prestar a la presente quedo a sus apreciables ordenes

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Muy Atentamente

SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO Francisco César Lozano González.

al  
1/26/98  
v.60

**Ing. OSCAR MANUEL ROBLES SÁNCHEZ  
SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

Por medio de la presente recomiendo que la tesis adjunta a esta carta, la cual fue realizada por el Ing. Francisco César Lozano González, sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Hidrología Subterránea.

El estudio titulado "Localización, construcción y prueba de un pozo en una falla geológica de dilusión", ha sido revisada por mi parte, quedando de acuerdo con su contenido.

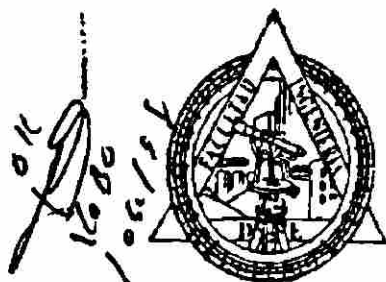
Sin más por el momento quedo a sus respetables órdenes para cualquier aclaración, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, a 1 de abril de 1998.

Muy atentamente:



**M.C. JUAN MANUEL CHAPA GUERRERO**

Asesor de Tesis



**SECRETARIA DE ESTUDIOS  
DE POSTGRADO**

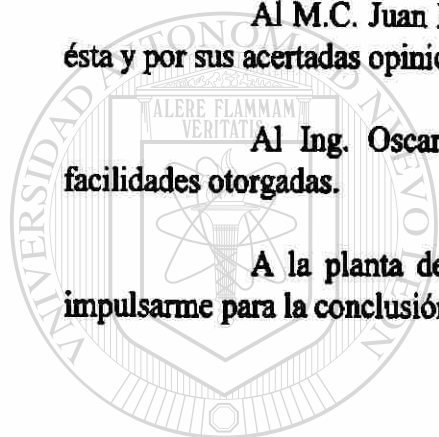
## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Francisco Gámez Treviño director de la Facultad de INGENIERIA CIVIL, de la UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON, por su invaluable ayuda y apoyo para el desarrollo de este trabajo, así mismo quiero expresar mis más sinceras gracias al personal que colabora con él en su administración.

Al M.C. Juan Manuel Chapa Guerrero asesor de mi tesis. Por la revisión de ésta y por sus acertadas opiniones.

Al Ing. Oscar Manuel Robles, Secretario del Postgrado, por todas las facilidades otorgadas.

A la planta de maestros de la Facultad de Ingeniería Civil, que supieron impulsarme para la conclusión de ésta.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



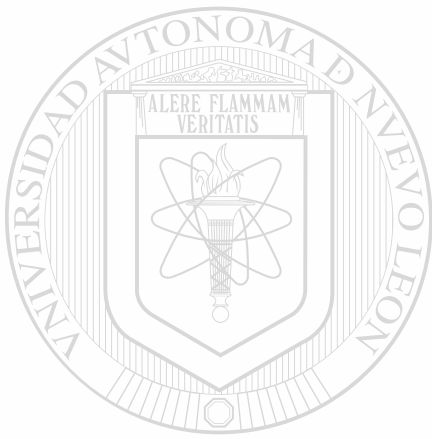
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## DEDICATORIA

**A Dios : Por el gran amor que me ha dado.**

**A mi esposa : Por su cariño y apoyo**

**A mis hijos : Por su comprensión y apoyo.**



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## I N D I C E D E C O N T E N I D O

	Pág No. :
Introducción	1
El Problema	2
Hipotesis	2
Objetivos	3
Localización	4
Situación Geográfica	4
Hidrografía	4
Clima	5
Orografía	6
Flora y Fauna	6
Comunicaciones y transportes	7
Clasificación de uso del suelo	8
Geología Regional	9
Geología de Ciénega de Flores	12
Método de Localización	17
Perforación	20
Procedimiento de perforación	27
<del>Perforación en formaciones suaves</del>	<del>35</del>
Reporte fotográfico	38
Terminación : Ademe	45
Aforo del Pozo	53
Objetivo del aforo	54
Medida de la descarga	56
Reporte de aforo del pozo	59
Calidad química	63
Equipamiento de pozo	64
Conclusiones y Recomendaciones	69
Bibliografía	70
Resumen autobiográfico	71

## T A B L A   D E   F I G U R A S

No.	Contenido	Página No.
1	Mapa Geológico de Ciénega de Flores, N.L.	15
2	Perfil Estatifragico General	16
3	Carta Tectonica de una porción del Noreste de México.	18
4	Modelo para la localización del pozo	19
5	Se muestra el brazo excéntrico con su polea	38
6	Se muestra la lubricación de la perforación	39
7	Se muestra la cuchara recién salida del pozo	40
8	Se muestra la cuchara cuando se encuentra agua	41
9	Se muestra el canal de lodos	42
10	Punta de barrena desgastada	42
11	Punta de barrena reparada	43
12	Se muestra un procedimiento para lubricar el dado.	44
13	Se muestra el procedimiento para ampliar el diámetro del pozo.	47
14	Se muestra el ajuste manual de la barrena.	48
15	Se muestra el procedimiento para la limpieza de la barrena.	49
16	Se muestra la barrena con su diámetro aumentado.	49
17	Se muestra el procedimiento para preparar el ademe para levantarlo y colocarlo.	50
18	Se muestra el procedimiento para alinear la tubería de ademe	51
19	Se muestra la unión de tramos de ademe	51
20	Se muestra la reparación de la parte superior del ademe antes de ser colocado.	52
21	Se muestra la colocación del último tramo de ademe.	52
22	Medidas relativas del comportamiento de los pozos, y a pruebas de bombeo de acuíferos y pozos.	55
23	Se muestran los detalles de los instrumentos de medición para los aforos de pozos.	57
24	Se muestra el momento en que al aforo se está efectuando.	58
25	Curvas características de las bombas	68

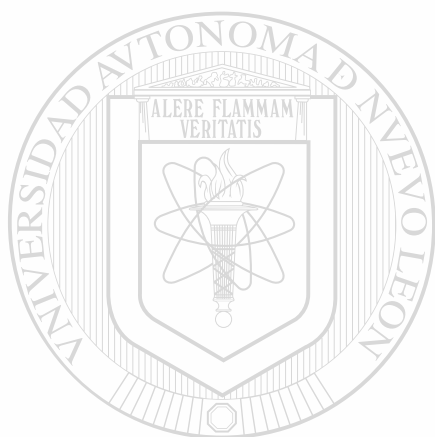
## RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad encontrar agua subterránea para su explotación, siguiendo para su localización el modelo conceptual acerca de la evolución geológica de la región, ya que la Sierra Madre Oriental es una estructura de deslizamiento por gravedad, el cual ocurrió durante la fase Terciaria Temprana de la Orogenia Laramídica. Esta estructura deslizada cabalgó y empujó pliegues isoclinales relativamente cerrados y limitados por fallas de compresión (con ángulos mayores de  $45^\circ$ , en la zona inmediata a la Sierra Madre y menores a medida que nos alejamos de la Sierra) o "fallas de empuje", suponiendo un sistema de fallas perpendiculares interconectadas entre sí, a los afloramientos de las estructuras anticlinales.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Como la aplicación de este modelo en reportes anteriores<sup>®</sup> había dado como resultado una producción del orden de ocho litros por segundo, se consideró que sería un buen resultado en cuanto a rendimiento para su explotación, (al perforar el pozo) si al encontrar la falla esperada en un ángulo mayor a los  $45^\circ$  primeramente resultaba el pozo productivo y su rendimiento excedía los cinco litros por segundo, se asumiría como efectiva la aplicación del modelo.

La aplicación práctica de este modelo comprobó la eficacia del modelo ; pues se obtuvo el rendimiento esperado, explotando de esta manera el acuífero en la falla de las lutitas Cretácicas, que deben de recargarse por medio de los aluviones que las cubren.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## INTRODUCCIÓN :

Existe la necesidad urgente de encontrar agua subterránea para el abastecimiento de la misma a un sector de la población de Ciénega de Flores ; poblado que ha venido creciendo, dada la ubicación de la zona industrial de Monterrey, N.L. que es la segunda ciudad industrial y la tercera en población del país, razón por la cual esta zona se está integrando con gran rapidez al área conurbada de Monterrey, y su fácil acceso permite su desarrollo, problemás que ha tenido qué resolver el municipio de Ciénega de Flores, pues sus servicios no se han integrado a los de la gran metrópoli. En esa zona no corren grandes ríos verdaderos y solamente existen unas cuantas corrientes intermitentes. La mayor parte de la agricultura se limita a valles fluviales y áreas cercanas, alimentadas por pequeños canales de irrigación. Se considera que el agua subterránea podría aportar la cantidad suficiente para satisfacer las las necesidades de ese sector de la población.

## EL PROBLEMA

La necesidad de una fuente de abasto de agua segura y permanente en las zonas áridas de nuestro país, en donde el recurso superficial es escaso, y las fuentes de agua subsuperficiales son insuficientes en cuanto a cantidad y calidad, obliga a probar nuevas técnicas de investigación para desarrollar la explotación de las aguas subterráneas y así ayudar de esta forma al desarrollo de nuestra sociedad.

## HIPOTESIS

Si tras una prospección geológica se detecta una falla superficial, es posible que en esta coyuntura y a una profundidad conveniente se localice un caudal mayor de 5 litros por segundo, suficiente para una población de mil quinientos habitantes.

## OBJETIVOS

- Servir a la población, proveyéndoles del vital líquido.
  - Aprovechar ciertas fallas geológicas para la localización de importantes volúmenes de agua subterránea.
  - Optimizar un procedimiento para la localización, la construcción y la prueba de un pozo profundo.
- 
- Describir el funcionamiento de un equipo de perforación y de aforo de agua.
  - Optimizar el uso racional de los recursos hidráulicos de esta región del país.

## LOCALIZACIÓN

Geográficamente, el municipio se encuentra ubicado en la parte central del Estado de Nuevo León. Las coordenadas de la cabecera municipal, en su latitud norte, son de 25°58' y de 100°10', en su latitud oeste ; con una altura, sobre el nivel del mar, de 440 metros.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA:

**Extensión territorial :** La superficie terrestre que forma el municipio de Ciénega de Flores, tiene una extensión de 156.2 Km<sup>2</sup>.

**Colindancias :** Ciénega de Flores colinda al norte y al oeste con el municipio de Salinas Victoria. Hacia el sur con los de Apodaca y General Zuazua.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Sus principales localidades son : el rancho Gonzalo González, las granjas "El Puerto", "Lomas" y rancho "Vaquerías".

## HIDROGRAFÍA :

El río Salinas cruza esta localidad de noroeste a sureste ; y recibe agua de los arroyos de caudal permanente : Tierra Blanca y Vaquerías, también de los arroyos El Salto,

El Venado y La Ciénega ; estos últimos con caudal solo durante la época de lluvias. Hasta el final del sexenio del presidente Miguel de la Madrid Hurtado se contaba con 50 pozos profundos para la extracción del agua y norias abiertas. Por lo que respecta a presas y bordos, éstos comprenden: La Ciénega, Los Treviño y Tierra Blanca.

Densidad de población: El número de habitantes en 1,987 fue de 6,678 habitantes. La densidad de la población es de 64.02 habitantes por Km<sup>2</sup>. Los datos censales con los cuales se cuentan y la proyección de la población que se espera para el año 2000, y 2010, son los siguientes :

Año	Población
1970	2,340 Habitantes
1980	4,231 Habitantes
1990	5,658 Habitantes
2000	7,243 Habitantes
2010	9,271 Habitantes

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### CLIMA :

Ciénega de Flores, en su posición geográfica, determina la existencia de dos tipos de clima: uno semicálido, semiárido, con régimen de lluvias en verano y otro cálido semiárido, con régimen de lluvias en verano.

Las temperaturas medias anuales que registran los climas anteriormente mencionados son 24°C para el clima semicálido

semiárido, con una precipitación de 500 mm., y 22.9°C para el clima cálido semiárido, con una precipitación anual de 624.2 mm., registrándose una temperatura mínima histórica de -7°C y máxima de 45°C. La dirección de los vientos, en general, es de noreste a este.

#### **OROGRAFÍA :**

El relieve del suelo en el del municipio es en parte montañoso, por las estribaciones de Sierra de Minas Viejas y por la Sierra del Fraile ; pero sus elevaciones carecen de importancia. Las zonas accidentadas que abarcan el 75% de la superficie, se localizan al noroeste y centro del municipio; Las zonas semiplanas que abarcan el 25% de la superficie, aproximadamente, están localizadas en el ejido Ciénega, Tierra Blanca y los lados de la Ciénega, están formadas por lomeríos.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### **Flora y fauna**

En cuanto a la flora, se encuentra : Chaparro prieto, anacahuita, granjeno, nacajita roja, bizbirinda, mezquite, zacate bufel y estrella africana. Vegetación : Acorde con la importancia que presentan en el municipio de Ciénega de

Flores, los elementos de la vegetación que representan las asociaciones son las siguientes.

Matorral subinerme (Mb)

Pastizal natural (Pn)

Matorral espinoso (Mc)

Pastizal inducido (Pi)

Pastizal cultivado (Pc)

#### COMUNICACIONES Y TRANSPORTES :

La carretera federal número 85 comunica a la cabecera municipal con Sabinas Hidalgo, Vallecillo, Nuevo León y Nuevo Laredo, Tamaulipas hacia el norte y con Zuazua, San Nicolás de los Garza, Monterrey, Santiago, Allende, Montemorelos, Hualahuises, Linares, y CD Victoria, Tamaulipas hacia el sur.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Se dispone de caminos de terracería que comunican a las principales comunidades del municipio. El transporte público de pasajeros que forma parte del equipamiento del municipio está compuesto por autobuses foráneos y taxis, concentrándose estos medios de transporte en la cabecera municipal.

En telecomunicaciones, Ciénega de Flores cuenta con una caseta telefónica en la cabecera municipal. Respecto al servicio de correos, en Ciénega de Flores se encuentra una

administración de correos que presta todos los servicios a la cabecera municipal y al resto del municipio, además de recibir señales de radio y televisión.

#### **CLASIFICACIÓN Y USO DEL SUELO (OCUPACIÓN) :**

El tipo de suelo de este municipio está constituido en su gran mayoría de la siguiente manera: castañozem, litosol y feozem y, en menor grado, por redzina y fluvisol. En cuanto al uso del suelo, se tiene que la mayor parte está dedicada a la ganadería, 14,770 Ha; a la agricultura, 795Ha y al área urbana 55 Ha. En cuanto a tendencia de la tierra, corresponde a la propiedad privada el primer lugar, y el segundo a la propiedad federal, estatal y municipal.

---

El suelo de Ciénega de Flores tiene los siguientes usos:

- a) agricultura de riego
- b) agricultura de temporal
- c) uso pecuario
- d) uso industrial



## GEOLOGÍA REGIONAL.

a.- Fisiografía : El área de Monterrey, N. L. se ubica en el borde de la provincia fisiografica de la Sierra Madre Oriental, para dar paso a la topografía baja, alargada y relativamente suave de las sierras Tamaulipecas y para terminar, mas al este, con la llanura costera del Golfo de México.

b.- Estatigrafía : La sección estatigrafica del área de Monterrey comienza con el principio del Jurásico Superior y continua prácticamente sin interrupción hasta fines del Cretasico Superior. Los estratos alcanzan un máximo de espesor de 4000 mts., en las áreas Geosinclinales y están constituidos principalmente por clásticos finos y rocas carbonatadas, aunque algunos materiales de medio ambiente restringido no son raros, sobre todo a fines del Jurásico y están representados por yeso, anhidrita y materiales bituminosos. Al este de Monterrey existen potentes secuencias de sedimentos marinos Terciarios que buzan suavemente hacia el este y constituyen la mayor parte de la planicie costera del Golfo de México ; estos materiales no pertenecen al motivo geohidrológico de este estudio.

Adoptando la nomenclatura propuesta por W. E. Humprey y T. Díaz González, en su tabla de correlación de formaciones

Mesozoicas se presentan los afloramientos de las siguientes formaciones :

- Formación Méndez.- Constituidas por lutitas de color gris verdoso con espesor máximo a los 150 mts.

- Formación San Felipe.- Calizas gris verdoso que alternan con lutitas delgadas. Su espesor medio en afloramientos del cerro de la Silla es de 95 mts. Aproximadamente, teniendo como característica horizontes verdes de glauconita.

- Formación Indidura.- Lutita negra laminada intercalada con lutita gris oscura de 175 mts., de espesor que termina con la serie del Cretácico Superior.

- Formación Cuesta del Cura.- Inicia la serie del Cretácico Inferior, está formada por calizas delgadas de lutita gris laminada y horizontes con pedernal® negro. Espesor de 65 mts. Aproximadamente.

- Formación Aurora.- Caliza gris clara con capas de medianas a gruesas, estilolítica, con pedernal negro y marcas de disolución cársticas.

- Formación de la Peña.- Serie de caliza gris a gris oscura en capas delgadas y en algunas ocasiones con pedernal negro alternado con lutitas ; espesor 45 mts. Y en el campo se identifican claramente, porque forman

pequeñas depresiones entre las formaciones más competentes.

- Serie Coahuila.- Formaciones de caliza en capas de medianas a gruesas, con pedernal negro a lo largo de las estilolíticas ; con un espesor de 760 mts., aproximadamente.
- Grupo la Casita.- Inician la serie del Jurásico Superior y está formado por calizas, lutitas y areniscas con espesor total aproximado de 695 mts.

Sobre la Formación Méndez se encuentran los conglomerados de edad Terciaria ; alternando, en su extensión superficial, con los materiales aluviales más recientes y de espesor muy variable.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
c.- Tectónica.- La Sierra Madre Oriental y los cerros que la circundan, son la expresión topográfica de la serie de plegamientos originados durante la Revolución Laramide que al ser erosionados han dejado al descubierto las rocas más antiguas del Jurásico, en los cañones cavados por los ríos. Como ejemplo está el Potrero de García, Hidalgo, Galeana y la Huasteca.

## GEOLOGIA DE CIÉNEGA DE FLORES NUEVO LEON

El territorio sobre el que se extiende el poblado de Ciénega de Flores se localiza en el sector deprimido de una llanura o planicie que se extiende al frente de la Sierra Madre Oriental y noreste de la zona metropolitana de Monterrey, constituyéndose en un valle muy abierto, de pendientes suaves y cubierto por materiales detríticos acarreados por las corrientes fluviales, desde las montañas de plegamiento aledañas como producto de su arrastramiento (erosión).

El sustituto o roca base del territorio en cuestión consiste de series de lutitas Campaniano-Maestrichtiano de edad Cretácico Superior y color gris obscuro en estado fresco (sin intemperismo). También presentan venillas y vetas delgadas rellenas mayoritariamente con calcita de color® blanco lechoso. Estos sedimentos son de origen marino y de naturaleza arcillosa y resultado de la destrucción mecánica (erosión) de rocas preexistentes.

Descansando sobre el sustrato rocoso, se presentan sedimentos fluviales (aluviales) en forma de mantos discontinuos de gravas con una pobre cantidad de matriz del tipo limo-arcillosa y de diferentes grados de cementación calcico carbonatada que son producto del desgarramiento de

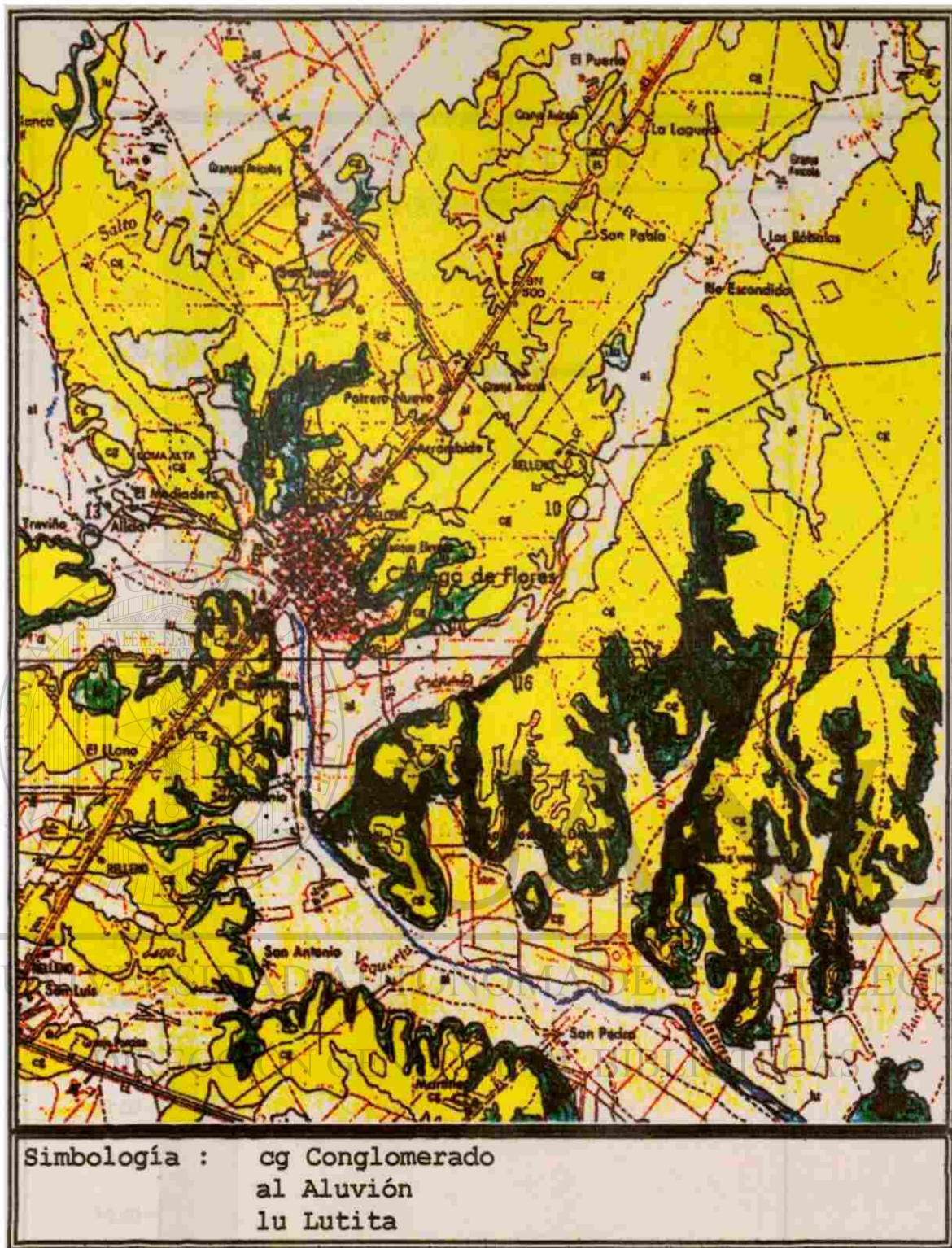
las series rocosas durante el levantamiento de la Sierra Madre Oriental por procesos endógenos, es decir, originados en lo profundo de la corteza terrestre. Después, de inmediato, se empezaron a activar también las acciones de los procesos exógenos, tales como la erosión en el campo de las exposiciones rocosas abiertas en los montes. Estos materiales se acumularon al pie de las montañas primero, y después fueron transportados y depositados en los terrenos deprimidos que actuaron como cuencas de sedimento continental.

De esta forma se realizó una extensa depositación en forma de manto, con materiales mal clasificados que alcanzó un espesor considerable en la superficie relativamente llana de las Planicies frente a la Sierra Madre Oriental, que se conocen como Planicies de Rellenamiento. Durante este período de tiempo predominaron los procesos de acumulación de sedimentos, sobre los de salida (evacuación) y transporte, de los agentes erosionales, provocando la nivelación y un aplanamiento llano de mínima pendiente.

Mas tarde, a partir del Terciario Medio (Mioceno - Plioceno), este territorio ha estado sujeto a pulsaciones tectónicas, (deformaciones) que han venido provocando su elevación y dislocación en bloques delimitados por fisuras en las líneas de fracturamiento que, con el tiempo, han sido utilizados por las aguas corrientes para canalizarse y

abrirse paso hacia cauces fluviales, provocando el desmembramiento del manto de gravas, tal y como lo vemos hasta nuestros días. En el mapa geológico anexo se simboliza la lutita como (Lu) y a las gravas como (Cg), en virtud de que algunas veces tienen textura conglomerática y otras veces son realmente conglomerados del tipo pudinga.

Finalmente, esta plataforma interior deprimida fue cubierta por acarreos fluviales y eólicos que tienen mayor participación de las fracciones finas (arcilla, limo, arena) que forman una cubierta discontinua de suelos que pueden estar descansando; tanto sobre lutitas, como sobre las gravas conglomeráticas y poseen un espesor promedio de unos 20 metros. Ocasionalmente, coronando el perfil estratigráfico, pueden presentarse, en forma aleatoria como lentes y lentejones de gravas retrabajadas, que corresponden a paleocauces que han sido sepultados por sedimentos más jóvenes.



**Figura 1.- Mapa Geológico de Ciénega de Flores, N. L.**

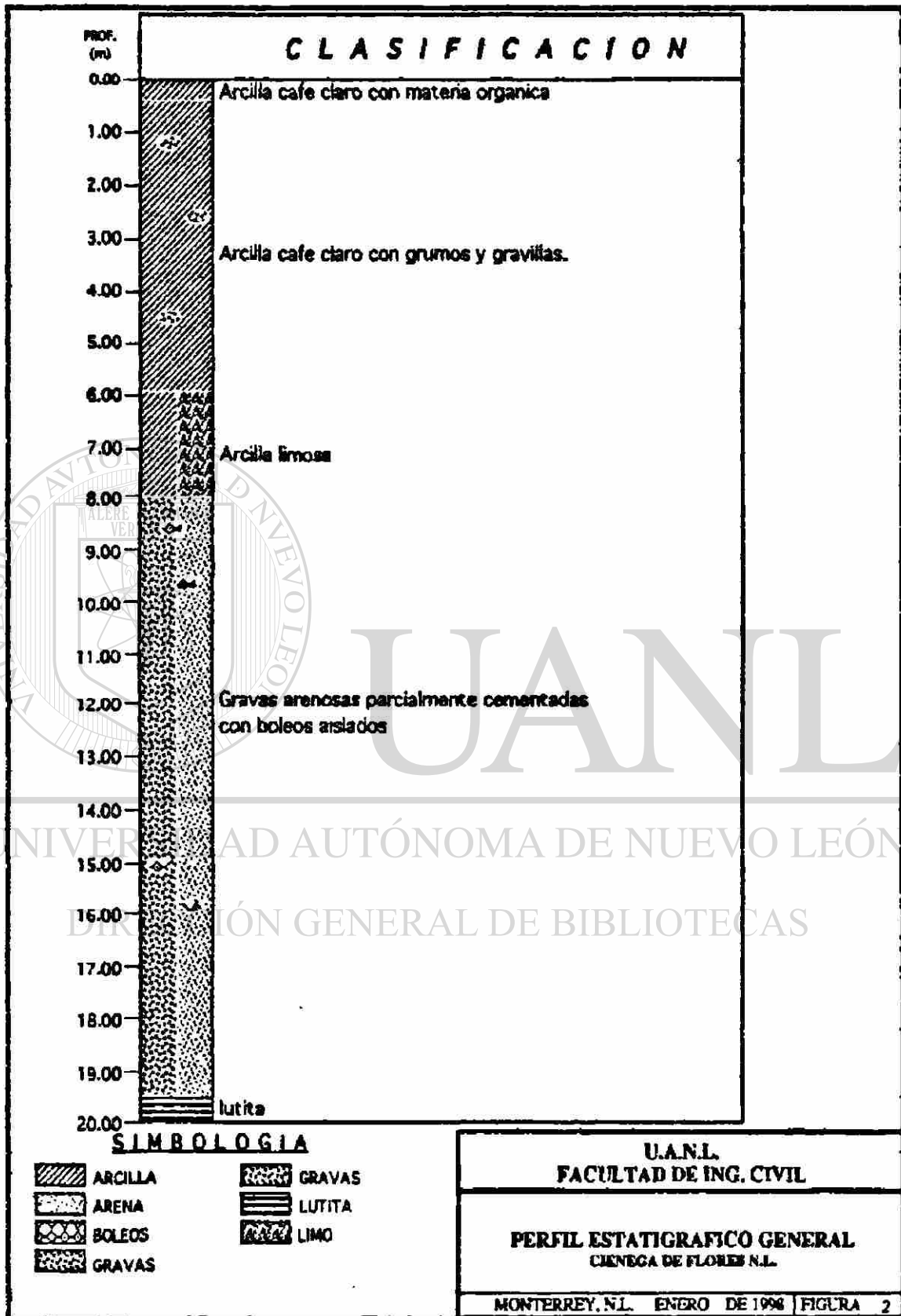


Figura 2



### MÉTODO DE LOCALIZACIÓN:

De acuerdo con la carta tectónica del Noreste de México, (ver figura No.3) se localizó el anticlinal más cercano a la zona donde se pretende localizar el pozo y se buscaron los afloramientos de Calcita, asumiendo que los afloramientos son depósitos formados por evaporación superficial del agua en las grietas y que éstas no están rellenas con la calcita en suficiente profundidad. Se midieron los echados y los rumbos de los rellenos y se comprobó que las grietas son fallas de empuje inclinadas unos  $45^{\circ}$  -  $60^{\circ}$  hacia la Sierra, siguiendo el rumbo según los afloramientos de la calcita y se desplazó de 50 a 100 mts. enfrente de la sierra y en forma perpendicular al rumbo se marcó el punto (ver figura No.4). El objetivo era encontrar la falla por debajo del nivel freático, que localmente se encontró entre los 15 y 20 mts., por debajo de la superficie, suponemos que la recarga sea del río Salinas.

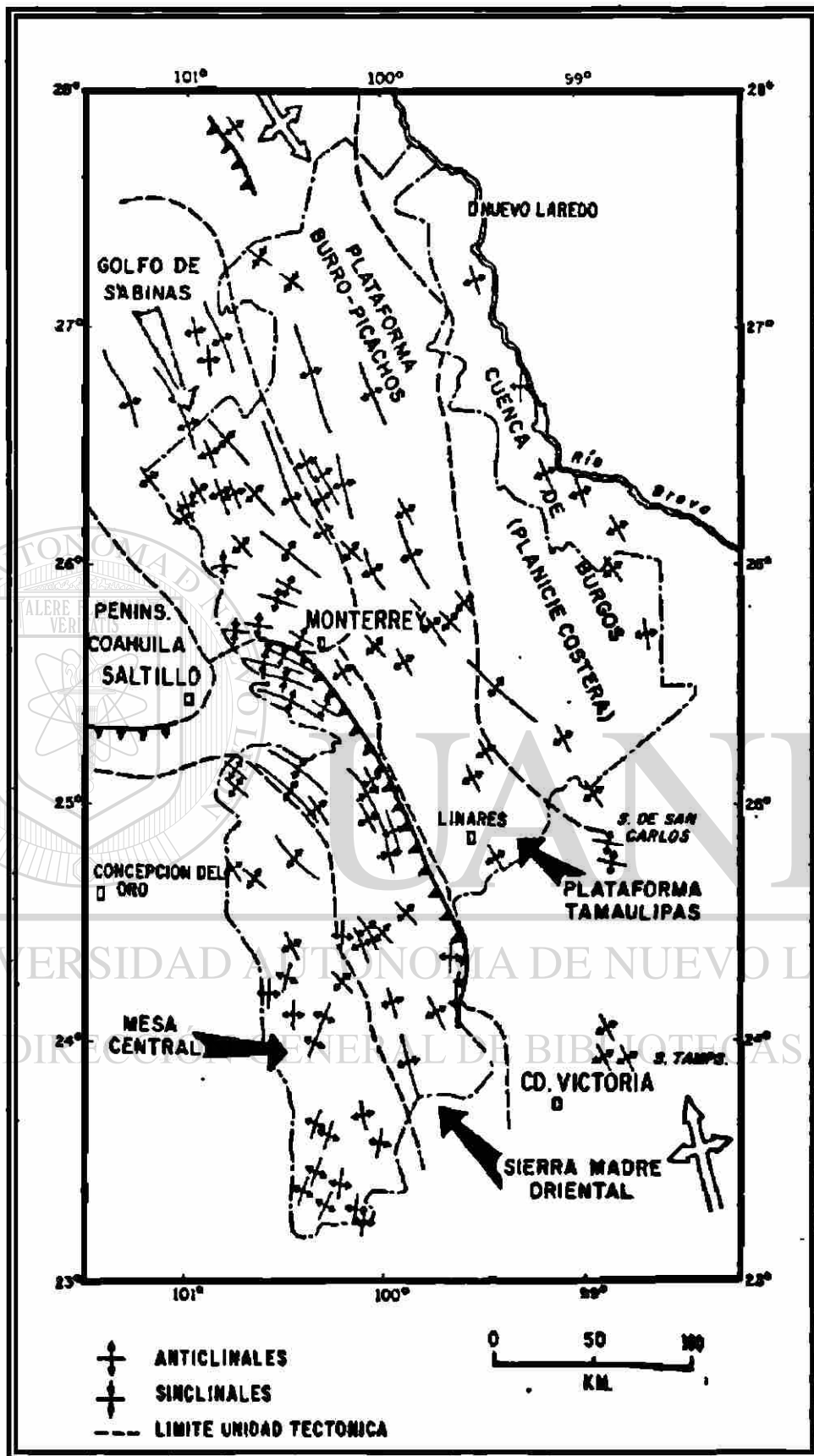


Figura No3.- CARTA TECTONICA DE UNA PORCION DEL NORESTE DE MEXICO

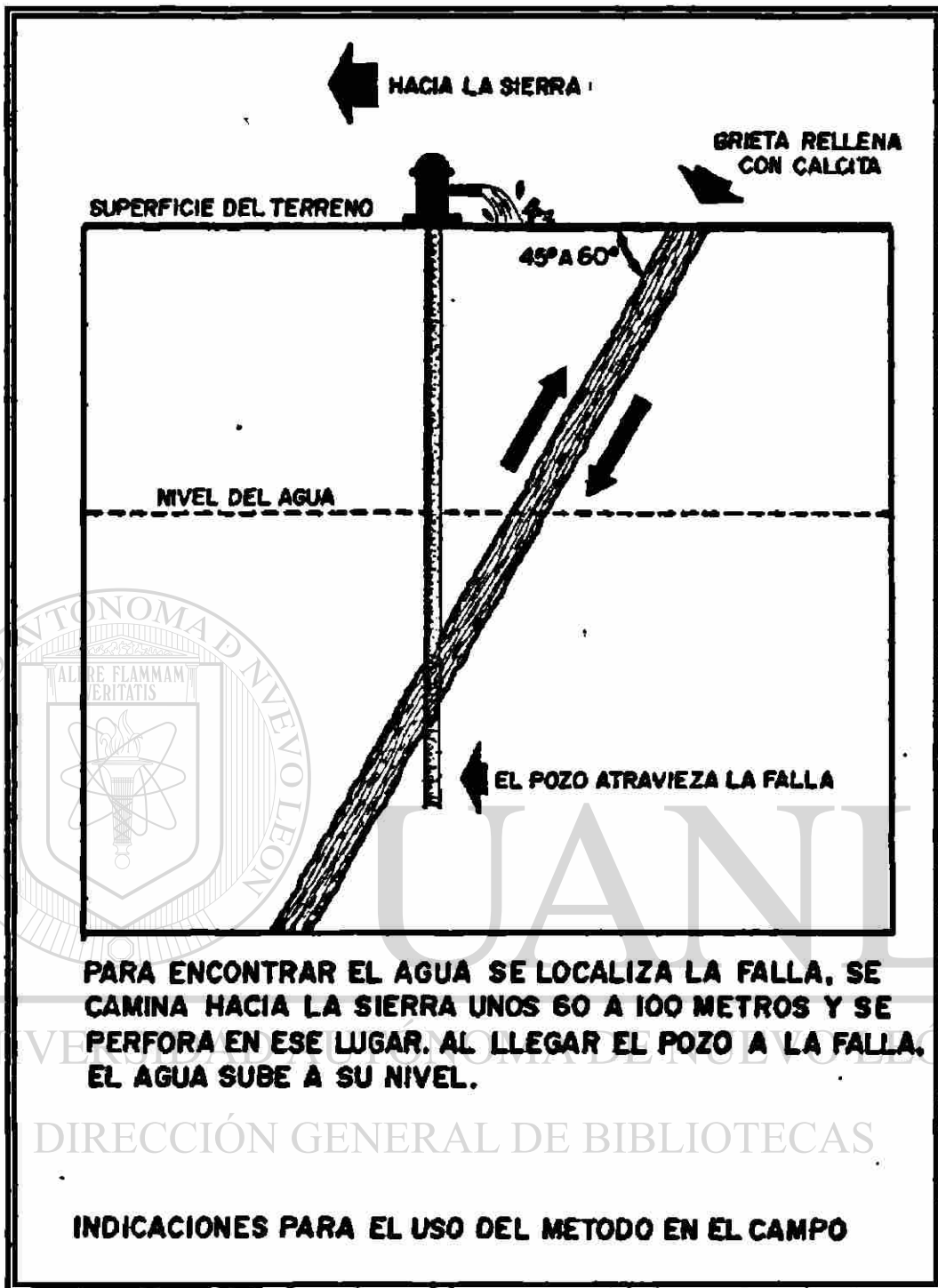


Figura No.4.- Modelo para la localización del pozo



**PERFORACION**

## PERFORACIÓN.

### Antecedentes de la perforación por percusión.

Poco antes de 1823, un norteamericano llamado Levi Disbrow, se constituyó en un observador muy interesado de la perforación de pozos de sal en Virginia Occidental. El llegó a la conclusión de que los métodos que se empleaban con ese propósito bien podrían adaptarse a la perforación de pozos de agua. Su primer pozo lo perforó en New Brunswick, New Jersey, en el año de 1824, y hasta una profundidad de 42 mts. Así, logró hallar agua bajo una presión artesiana suficiente como para que se elevara hasta la superficie del terreno. La perforación se continuó hasta los 53 mts., obteniéndose una descarga de 0.10 litros por segundo con una surgencia de 90 cms. Por sobre la superficie del terreno.

Durante los años que siguieron a estos logros, el conocimiento de las condiciones específicas del agua subterránea quedó relegado a la experiencia obtenida por los primitivos perforadores de pozos. Antes de 1873, no se agregó estudio sistemático en los Estados Unidos, al tema del agua subterránea. En el lapso de 1873 y 1879, Thomas C. Chamberlin realizó un estudio de las condiciones artesianas de Wisconsin, U.S.A.

El Servicio Geológico de los Estados Unidos fue organizado en 1879 con la finalidad de levantar un mapa del país, de estudiar sus recursos minerales y de sugerir las posibilidades de su desarrollo. Los geólogos aceptaron el agua subterránea como un recurso mineral y ya se refirieron a ésta en sus primeros informes.

Sin embargo, el Servicio Geológico no empezó a desplegar su actividad en el campo de las aguas subterráneas sino hasta 1890. Durante la década de 1890 a 1900, un grupo de eminentes geólogos del Servicio Público dirigió su atención al agua subterránea y publicó varios estudios extensos y de sólida base científica sobre el tema. Por primera vez, las condiciones del agua subterránea fueron puestas en evidencia y mostradas en cartas y mapas.

A partir de 1900 se ha realizado una gran cantidad de trabajos referente a aguas subterráneas. Al principio, la mayor parte fue efectuada por el personal del Servicio Geológico. Después de la primera guerra mundial, los departamentos de Geología estatales y otras organizaciones se interesaron en este campo. Laborando en forma cooperativa con el Servicio, han logrado avanzar mucho en cuanto al conocimiento de los recursos subterráneos de la nación.

Aparte de esta acción conjunta para ampliar los conocimientos relativos a los recursos de agua subterránea, el esfuerzo al que los perforadores progresistas de pozos han contribuido, materialmente ha hecho posible el desarrollo de una industria notoria que tiene como meta la mayor utilización posible de los recursos de agua subterránea, su conservación y su protección.

El progreso en este campo puede atribuirse en su mayor parte al celo e interés del desaparecido Dr. Oscar E. Meinzer, geólogo y primer director de la división de aguas subterráneas del Servicio Geológico de los Estados Unidos, quien tanto hizo por establecer la hidrología de aguas subterráneas como una ciencia reconocida en aquel país.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

La demanda de agua subterránea en los Estados Unidos ha<sup>®</sup> venido en constante aumento. En 1960, el caudal extraído en 48 Estados continentales alcanzó 1,022 Hectómetros cúbicos por día (42.58 m<sup>3</sup>/Hra.), de los cuales se tomó de los lagos y ríos, y el resto, o sea, 189 Hm<sup>3</sup>., provenía de pozos y de manantiales. Se desconoce el número de pozos que suministraron los 189 Hm<sup>3</sup>.

El Dr. Oscar E. Meinzer, hablando en 1937 ante la convención de la Asociación Americana de Perforadores de

Pozos, celebrada en Nueva York, vaticinó con exactitud el papel tan importante que llegaría a desempeñar el agua subterránea en el avance económico y social del país. Los siguientes párrafos son un extracto de la conferencia del Dr. Meinzer :

"Podría decirse que el reciente período de intenso desarrollo de las aguas subterráneas empezó alrededor de 1915. Durante este lapso, los métodos de construcción de pozos en arena y grava que ya habían empleado en algunas partes del medio y lejano Oeste, se han adoptado en el país y se han mejorado notablemente. El desarrollo de los procedimientos de construcción de pozos ha dado acceso a grandes reservas de agua que antes de ello no eran prácticamente explotables, especialmente en la parte oriental del país. El avance radical de los métodos de bombeo ha culminado con el perfeccionamiento de la bomba centrífuga de turbina".

"Muchos abastecimientos que se han desarrollado a través del territorio del país en años recientes, han dotado de agua a pueblos que carecían de este servicio".

"Se han logrado, así mismo, grandes avances en los métodos de construcción de pozos que suprimen la



contaminación en la superficie, en los puntos de captación y en los tramos intermedios".

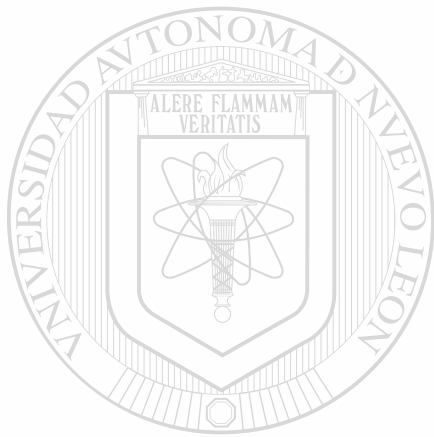
"Estas importantes innovaciones en lo que respecta al agua subterránea, han disminuido la tendencia a sustituir con agua de la superficie los abastecimientos públicos de grandes ciudades que han venido haciendo uso del agua subterránea. Durante este período, la utilización de agua de pozo para riego ha aumentado notablemente, principalmente en California, como también en otros estados de clima árido y semi árido, en donde la sequía de años recientes ha despertado un inmenso interés por el agua subterránea".

"Ultimamente han proliferado los desarrollos de agua subterránea, en escala que va desde moderada hasta muy grande, para una diversidad de propósitos que abarca desde instituciones públicas, hoteles, fábricas, molinos, plantas enlatadoras, lecherías, instalaciones de energía, plantas acondicionadoras de aire, hasta establecimientos de recreo".

Las circunstancias relativas al agua subterránea que se han presentado desde 1937, confirman plenamente los vaticinios del Dr. Meinzer. Gran parte de la actividad en que el hizo hincapié, esta aun por iniciarse.

Los perforadores de pozos, las agencias estatales y municipales, los organismos gubernamentales y los ingenieros

consultores, tienen todos un común interés y responsabilidad en promover la utilización racional del agua subterránea. Los perforadores pueden hacer su aporte fomentando el desarrollo y uso de pozos, dentro de las posibilidades del acuífero para satisfacer la extracción, advirtiendo a los usuarios de ubicar y de separar adecuadamente los pozos para evitar una interferencia indebida y para que utilicen materiales y procedimientos que garanticen un abastecimiento continuo y sanitario.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

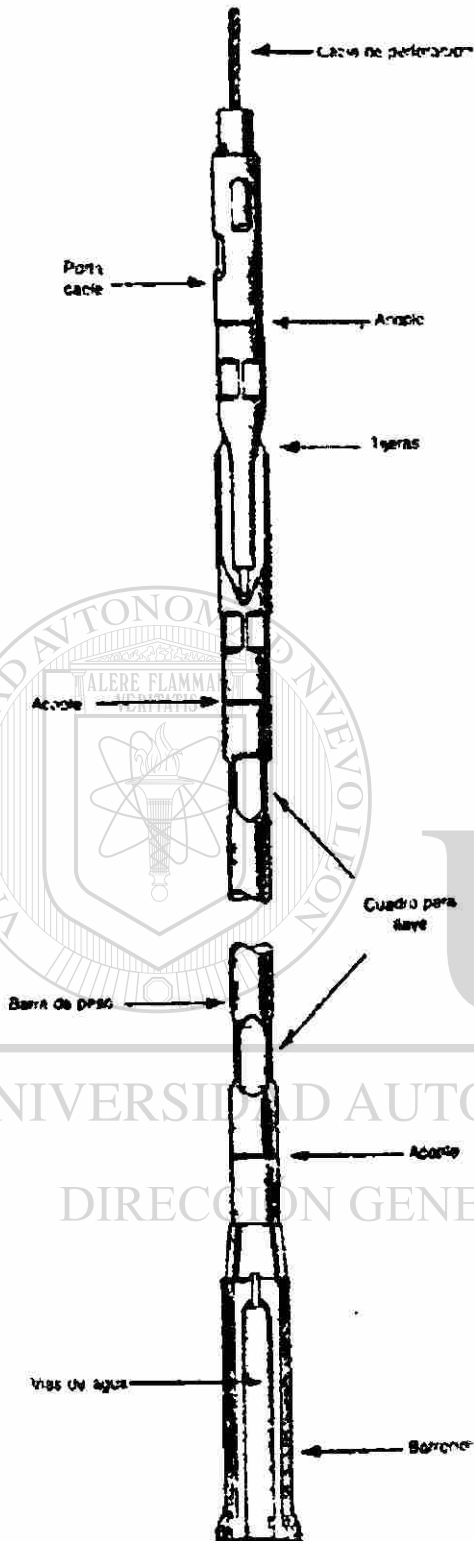
## PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN.

El método de perforación utilizado en esta ocasión fue el método de percusión. El método de percusión con herramientas de cable lleva a cabo la operación de perforar, levantando una pesada sarta de herramientas dentro del agujero que se va abriendo. El barreno fractura o desmorona la roca dura y la convierte en pequeños fragmentos. Cuando se esta perforando en materiales suaves y no consolidados, el barreno afloja el material. En ambos casos, la acción de vaivén de las herramientas entremezcla con agua las partículas fracturadas y desprendidas, formando así un lodo. El agua necesaria para formar éste se agrega al agujero cuando no se encuentra presente en la formación que se está penetrando.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

El lodo resultante debe ser retirado de tiempo en tiempo® mediante una bomba de arena o una cuchara. Cuando se acumula mucha columna de lodo, ésta amortigua la caída de las herramientas y retarda la velocidad de penetración. Tal circunstancia es la que determina con cuánta frecuencia debe extraerse el lodo.



Una sarta completa de herramientas se halla constituida por cuatro elementos. Estos son el barreno, la barra de peso, las tijeras de perforar y el portacable giratorio. La barra imprime un peso adicional al barreno y el efecto de su longitud ayuda a mantener un agujero recto, cuando se perfora en roca dura. Las tijeras consisten de un par de barras de acero articuladas.

Cuando se esta perforando en aquellos materiales en los que

el barreno está propenso a quedar aprisionado, se utilizan las tijeras para aflojar las herramientas. Esta es la única función que desempeñan. Las tijeras no sirven para otro

propósito en la función misma de perforar.

Cuando ha quedado trabado, el barrenado puede liberarse fácilmente mediante un golpeteo de las tijeras dirigido hacia arriba, en tanto que si se aplicara una tensión sostenida, ello haría que el cable fallara o se rompiera. La carrera o desplazamiento de las tijeras es de sólo unos 15 a 23 cms. El término "tijeras de perforación" se emplea para distinguirlas de las tijeras de pesca, que desarrollan carreras desde 45 hasta 75 cms.

El portacable giratorio establece la conexión de las herramientas al cable ; además, su peso suministra parte de la energía de los golpes ascendentes dados por las tijeras, cuando es necesario el uso de éstas. También permite que las herramientas giren ligeramente, con respecto al cable.

Los elementos de la sarta de herramientas se acoplan entre sí mediante extremos roscados.

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El cable de alambre que soporta las herramientas de perforar, por lo general, varía entre 5/8 y una pulgada de diámetro y su torcido es en sentido izquierdo. La línea de perforar se hace pasar por sobre una polea de coronamiento que se halla situada en la cumbre del mástil o torre, de donde desciende hacia el cabrestante, llegando al tambor principal de arrollado.

La cuchara está formada por un tramo de tubo con una válvula de retención en el fondo. Esta válvula puede ser de tipo plano o del tipo de dardo. El asa del extremo superior de esta herramienta provee el medio para suspenderla de un cable que corrientemente se denomina "línea de arena".

La línea de arena se hace pasar por sobre una polea separada en la cumbre de la torre, y luego desciende hasta su tambor arrollado.

La acción de subir y bajar le es impartida a las herramientas de perforar y al cable correspondiente, por un brazo excéntrico. Este brazo excéntrico pivotea en uno de sus extremos. El extremo exterior, que lleva una polea por la que pasa el cable de perforación, se mueve hacia arriba y hacia abajo mediante la acción de una excéntrica sencilla o doble, la cual se halla conectada al brazo del cigüeñal. Tanto la carrera o desplazamiento vertical, como también la velocidad de acción, pueden cambiarse a voluntad.

El brazo del cigüeñal está movido por un piñón de engranajes montados en un freno de fricción. Este freno, como también el de la línea de arena y el piñón del tambor del cable de perforar, se hallan todos montados en el mismo contraeje.

El desplazamiento vertical del brazo del cigüeñal y el de la sarta de herramientas pueden hacerse variar ajustando la posición del eje de la excéntrica del piñón ; en esta forma se puede cambiar el número de golpes por minuto, con solo hacer variar la velocidad del eje.

El tercer tambor de arrollado, llamado el tambor de ademado, viene por lo general incorporado también a la máquina básica de perforación. El tambor de ademado es capaz de ejercer una tensión poderosa sobre un tercer cable, el de ademado. Este se utiliza para manipular tubería, herramientas y bombas ; o también para otras pesadas labores de izado. Asimismo, puede utilizarse este tambor para halar una sarta de ademes, cuando el cable se acondiciona con un montón para construir una línea múltiple de izado. En estos casos, bien podría necesitarse reforzar estructuralmente la torre o el mástil, para aplicar el máximo empuje.

Otro implemento de izar que a menudo se suministra con el equipo de perforación, es un cabrestante pequeño. Para utilizarlo se necesita una cuerda guiada por una polea separada, colocada a su vez en la cumbre de la torre. Esta línea se utiliza para manipular cargas livianas o para levantar o dejar caer herramientas tales como un bloque hincado, etc. para esto se arrollan al cabrestante unas dos o

tres vueltas flojas del extremo libre de la cuerda. Cuando aquel está girando, el perforador toma el extremo libre de la cuerda con su mano y da un ligero tirón, haciendo con ello que las vueltas del enrollado de la cuerda se atiranten y traten de frenar el cabrestante. Esto causa que la carga se levante en el otro extremo de la cuerda ; cuando el perforador afloja su extremo, la fricción entre la cuerda y la polea en rotación del cabrestante disminuye, cayendo entonces las herramientas.

El movimiento de perforación debe ser muy correcto. Para obtener una buena operación, el movimiento de perforación debe mantenerse sincronizado con la caída por gravedad que experimentan las herramientas. Existen factores variables que interfieren con la caída por gravedad y el perforador debe ajustar el movimiento y la velocidad de la máquina, al ciclo de recorrido de las herramientas.

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se obtiene una acción efectiva de perforación cuando la velocidad del motor se sincroniza con la caída de las herramientas y con la dilatación del cable, suministrando siempre la correcta cantidad de éste que exige el barreno. El perforador debe atender constantemente a todos estos factores si desea brindar un trabajo eficiente a su cliente.



Es muy importante comprender la función que desempeña el cable en cuanto al mejor aprovechamiento de las herramientas. El barrenado debe golpear en el fondo del agujero, estando el cable tenso, y en esta forma será elevado rápidamente por el impulso ascendente de la máquina. Esto requiere de cierta ductilidad y elasticidad del cable y de ciertas otras partes del mecanismo de la sarta.

Por lo general, se instala un amortiguador de choques en la polea de coronamiento del cable de perforación, para obtener un sistema dúctil o plástico. El amortiguador se comprime conforme el brazo excéntrico completa su carrera ascendente y comienza a ejercer tensión sobre el cable. En este momento, la tensión de éste se torna máxima, puesto que las herramientas todavía se hallan en movimiento descendente.

La dilatación posterior del amortiguamiento contribuye a que las herramientas reboten en el fondo tan pronto han golpeado en éste. El objetivo que se persigue es el de impartir a las herramientas ese peculiar movimiento de flagelo al final de la carrera y que resulta esencial para una perforación rápida. Cuando este movimiento se realiza apropiadamente, se conserva la energía y aumenta la velocidad.

Este aditamento también golpea la vibración que se produce como resultado del golpeteo del barrenado en el fondo

del agujero. Al mismo tiempo, protege a la torre y al resto de la máquina de severos esfuerzos producidos por el impacto.

Cuando se está perforando en roca consolidada, el barreno de sistema de percusión es esencialmente un desmoronador. Su comportamiento depende de los kilogramos - metro de energía que puede suministrar cuando choca con el fondo del agujero, suponiendo que se mantenga un movimiento adecuado de perforación. Los factores que pueden afectar la velocidad de perforación o su eficiencia son : la resistencia de la roca, el peso de las herramientas, la longitud de la carrera o desplazamiento, los golpes por minuto, el diámetro del barreno, la luz de los acoples de las herramientas con la pared interior del agujero, y la densidad y profundidad del lodo acumulado.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Se han realizado investigaciones sobre algunos de estos factores ; pero muy pocas se han divulgado. Cada perforador confía en el fabricante de la maquinaria de perforación para que lo guíe, y agrega a ello la observación acumulada, producto de su propia experiencia.

No importa cuántos años haya trabajado, un buen perforador nunca termina de mejorar su destreza ni de aumentar su arsenal de conocimientos en la perforación por percusión.

## PERFORACIÓN EN FORMACIONES SUAVES.

La perforación en formaciones suaves o no consolidadas difiere de aquella que se realiza en roca dura, en dos aspectos. En el primer caso, el barreno debe ser levantado de cerca por una tubería o ademe conforme al agujero se va profundizando, con el objeto de evitar el socavamiento y de mantenerlo abierto. Por lo general, el ademe deberá de hincarse, que es una operación parecida a la de introducir pilotes.

En segundo lugar, la acción penetrante del barreno constituye, en su mayor parte, un efecto de aflojamiento y mezclado. La fracturación es de poca importancia, excepto cuando aparecen cantos grandes.

El procedimiento que usualmente se sigue, es el de hacer penetrar el ademe uno o varios metros, lo que da por resultado la acumulación de un tapón de material dentro de éste, de casi la misma longitud. Este material se mezcla luego con el agua, formando así un lodo, el cual es posteriormente extraído con la cuchara, conforme el ademe se hace descender de nuevo. Cada vez que se limpia el pozo, debe agregarse más agua si ésta no proviene naturalmente de la formación que se está perforando.

En el extremo inferior de la sarta de ademe se debe conectar una zapata de hincado hecha de acero templado y endurecido, la que protege el fondo del tubo. Las operaciones de hincado, perforación y limpieza se repiten entonces hasta que el ademe alcance la profundidad que se desea.

Durante la operación de hincado se debe fijar a la parte superior del ademe un cabezote que funciona como yunque. Seguidamente, unas gasas golpeadoras formadas por dos semicírculos pesados de acero forjado que se ajustan al cuadro próximo al extremo superior de la barra de peso. Estas gasas proveen la superficie del impacto suficiente necesario, y las herramientas el peso apropiado para hincar el ademe. Las herramientas son levantadas y dejadas caer mediante la acción excéntrica de la máquina de perforar.

Cuando se está penetrando en formaciones suaves, la operación de hincar ademe consume tanto tiempo como las de perforar y mezclar. El perforador experimentado y alerta, que ha desarrollado destreza en hincar tubería, puede aventajar a otro operador no tan diestro, en una perforación de casi cuatro a uno. Resulta obvia la economía que se obtiene al ejecutar el trabajo cuidadosa y diestramente.

La variedad que existe en la naturaleza de las formaciones constituidas por arcillas, arena, grava, marga, y mezclas de todas ellas, afecta profundamente la velocidad del hincado. El peso más apropiado y el ajuste de la carrera de excéntrica para tener el impacto adecuado, son establecidos mediante la experiencia.

Cuando se está hincando tubería de pequeño diámetro, se usa algunas veces un bloque en lugar de las gasas, el cual se fija a la sarta de herramientas de perforar. El bloque es levantado y dejado caer mediante la cuerda de manila y el cabrestante auxiliar descrito anteriormente.

Cuando la fricción desarrollada en la superficie exterior del ademe aumenta hasta el punto en que éste no puede descender a mayor profundidad, o si una penetración mayor pudiese dañarlo, deberá introducirse un tubo de menor diámetro por dentro del primero. La perforación se continúa entonces por la parte interior del ademe menor. En este caso, necesariamente se reduce el diámetro del agujero, al extremo de que algunas veces se necesita hacer una, dos o tres reducciones, antes de que se logre llevar el pozo hasta la profundidad que se desea. Ante esta posibilidad, la perforación se empieza a menudo con un diámetro de uno o dos tamaños más grande que el diámetro que se haya escogido para la terminación del pozo.

## REPORTE FOTOGRÁFICO:

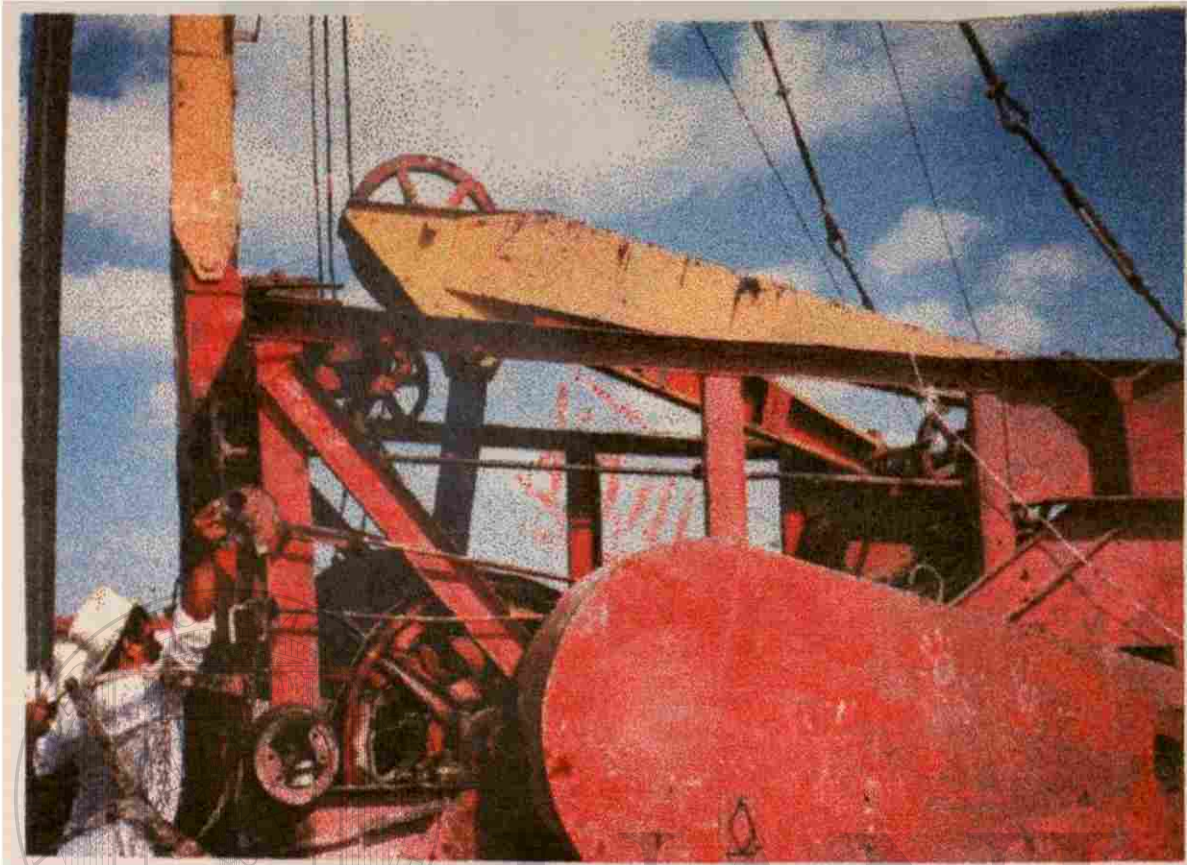
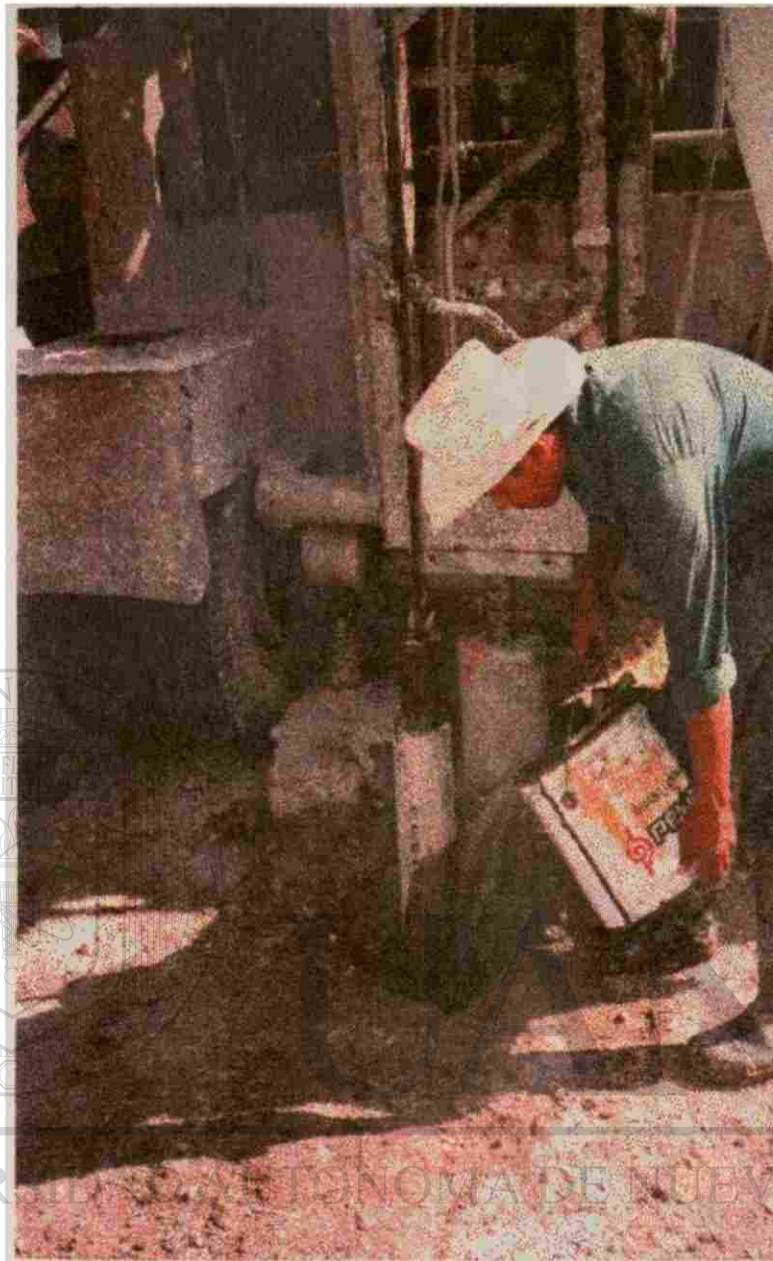


Figura 5.- Foto que muestra el brazo excéntrico con su polea en la parte exterior, y además muestra al operador regulando el número de golpes por minuto, que en este caso eran de 43.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**Figura 6.-** Cuando la perforación se está llevando a cabo y todavía no se cuenta con agua natural, es necesario aportar agua para que, al mezclarse con el material fragmentado, éste sea fácilmente sacado con la cuchara. Este procedimiento termina en el momento en que la perforación encuentra agua y el abastecimiento de ésta es natural.



Figura 7.- Se muestra la cuchara recién salida del pozo con material fracturado de la perforación y agua añadida de forma artificial por el técnico.





Figura 8.- Se muestra la cuchara, cuando se encuentra agua subterránea. La cuchara sale entonces completamente lavada.



Figura 9.- Se muestra el canal de lodos que se forma al drenar éstos de la cuchara.

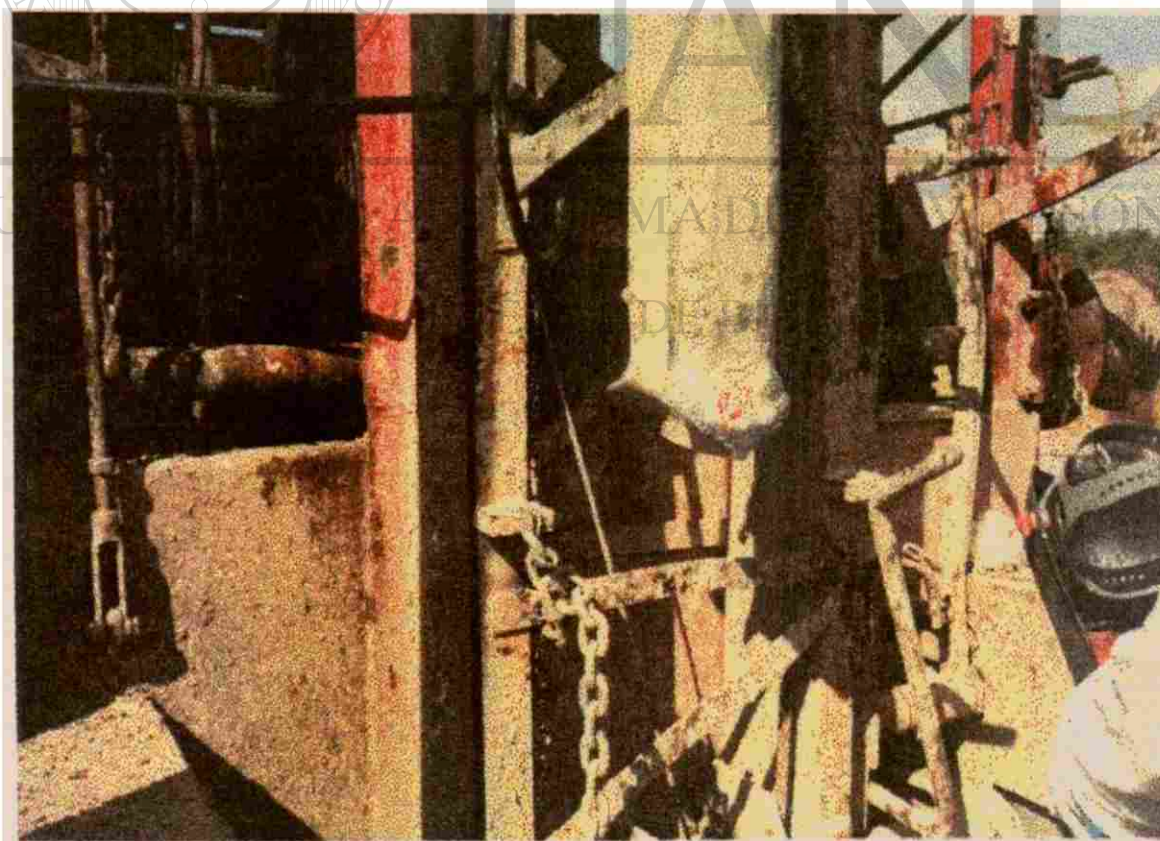


Figura 10.- Punta de barrena desgastada, antes de ser reparada.

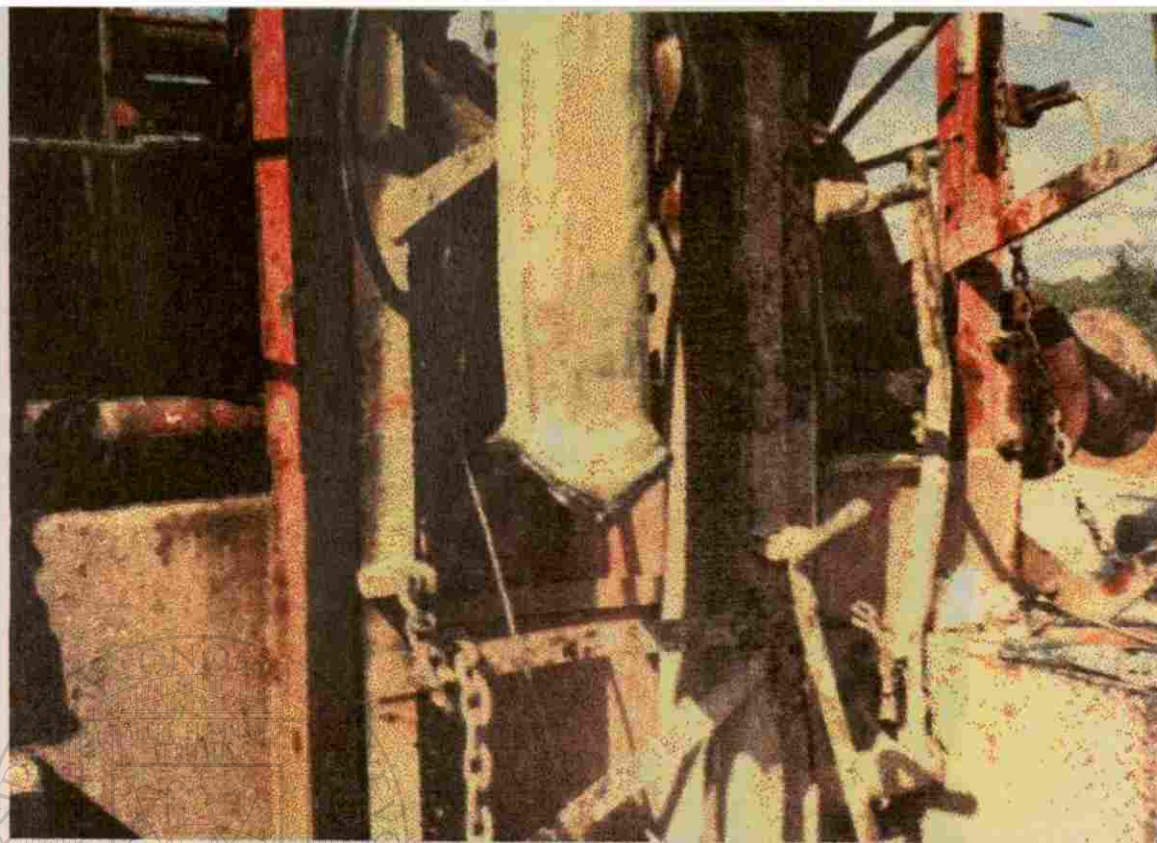


Figura 11.- Punta de barrena ya reparada, mediante soldadura.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 12.- Se muestra un procedimiento para lubricar el dado que se tiene en la parte superior de la sarta de herramientas.

## TERMINACIÓN : ADEME.

### COLOCACIÓN DEL ADEME.

La tubería de acero más apropiada para los diversos tipos de objetivos relacionados con la perforación de pozos, es aquella que se fabrica de acuerdo con las especificaciones del "American Petroleum Institute". Por lo general, se prefiere la tubería sin costura y soldada eléctricamente, mejor que la de soldadura de tope.

En este pozo se colocó tubo ciego en los dos primeros estratos (aglomerado y lutita), para evitar el derrumbamiento de las paredes.

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Se presentó el problema de que, al entrar el tubo ciego<sup>®</sup> de 8" de diámetro, nos dimos a la tarea de ampliar un poco más el diámetro del pozo. Tomamos unas varillas corrugadas del número 3 y las unimos con las orillas de la barrena para de esta manera aumentar el diámetro de perforación (ver Figura 13), luego seguimos el procedimiento de ajustar la varilla por medio de golpes con el martillo (Figura 14 ). Se limpió la punta de la barrena con un cepillo para evitar que el pozo se llenara de materiales que obstruyeran su buen

funcionamiento (Figura 15) y por último, esperamos a que se enfriara la punta de la barrena con su diámetro ya aumentado. Se introdujo nuevamente la barrena, para ampliar el diámetro del pozo (Figura 16).

Por último, se introdujo el tubo ciego, para lo cual se le hicieron aberturas circulares, para poder atravesar con un tubo el ademe y poderlo elevar (Figura 17), y después introducirlo al pozo. Ya introducido en este se tomó otro tubo para unirlo con el que ya estaba puesto. Se alinearon correctamente los dos tubos (Figura 18) y se unieron por medio de soldadura, de tope, en este caso (Figura 19). Por último, se quitó el tubo que servía para sujetar el tubo ciego y se dispuso a cerrar las aberturas antes hechas a los lados del tubo ciego (Figura 20), se siguió este mismo procedimiento para cada tramo que se puso, hasta haber alcanzado la profundidad necesaria (Figura 21).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

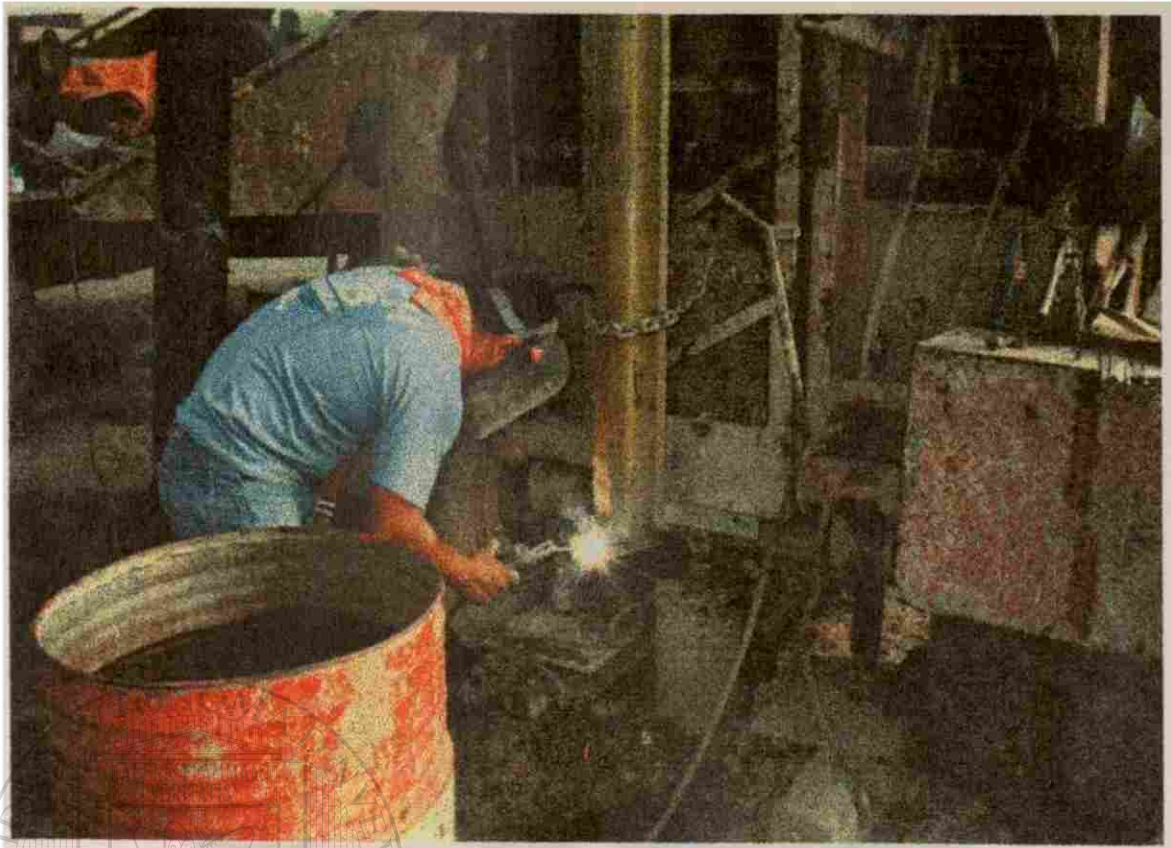
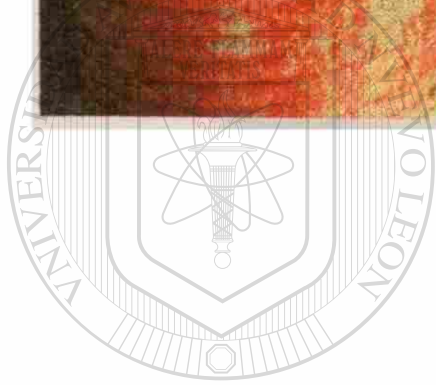


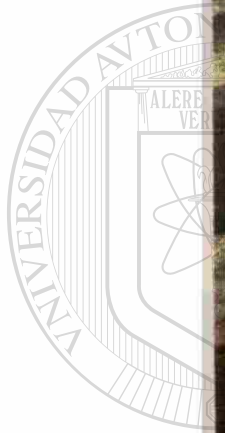
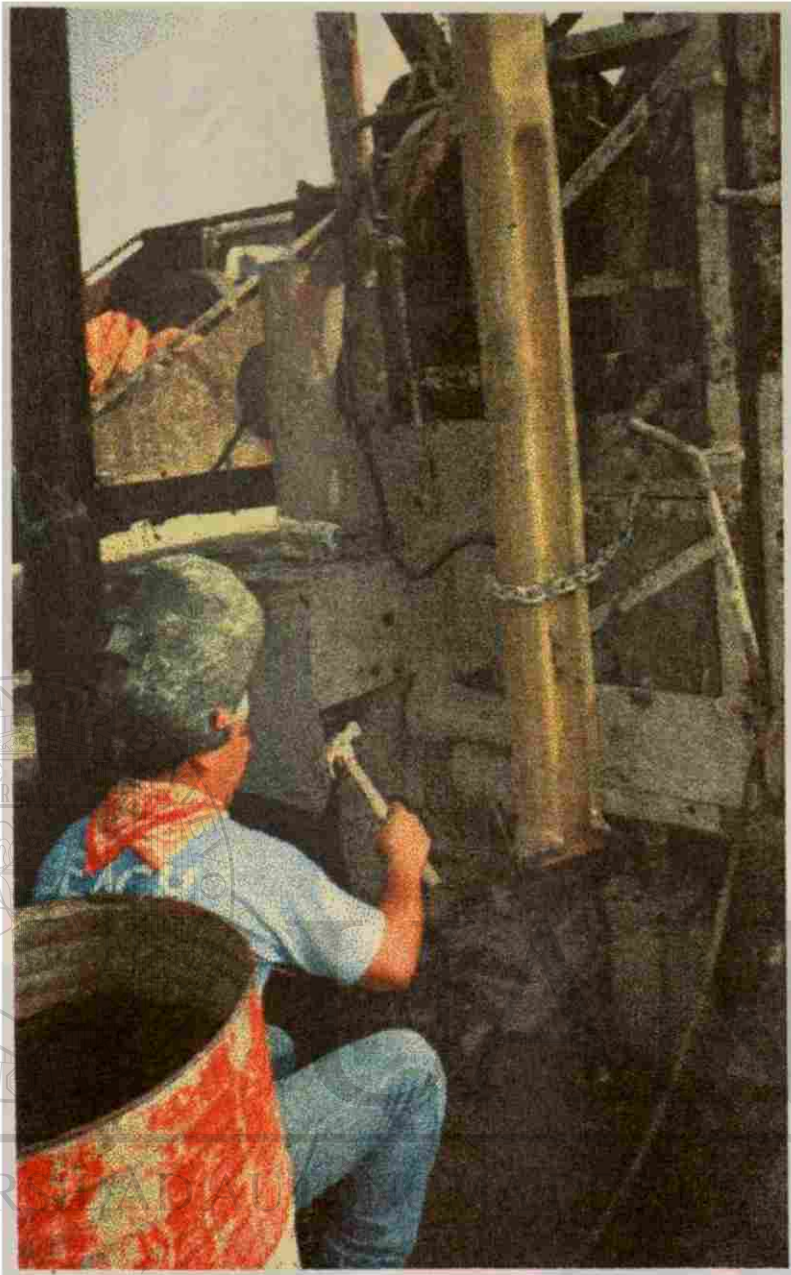
Figura 13



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

QUERÉTARO

®

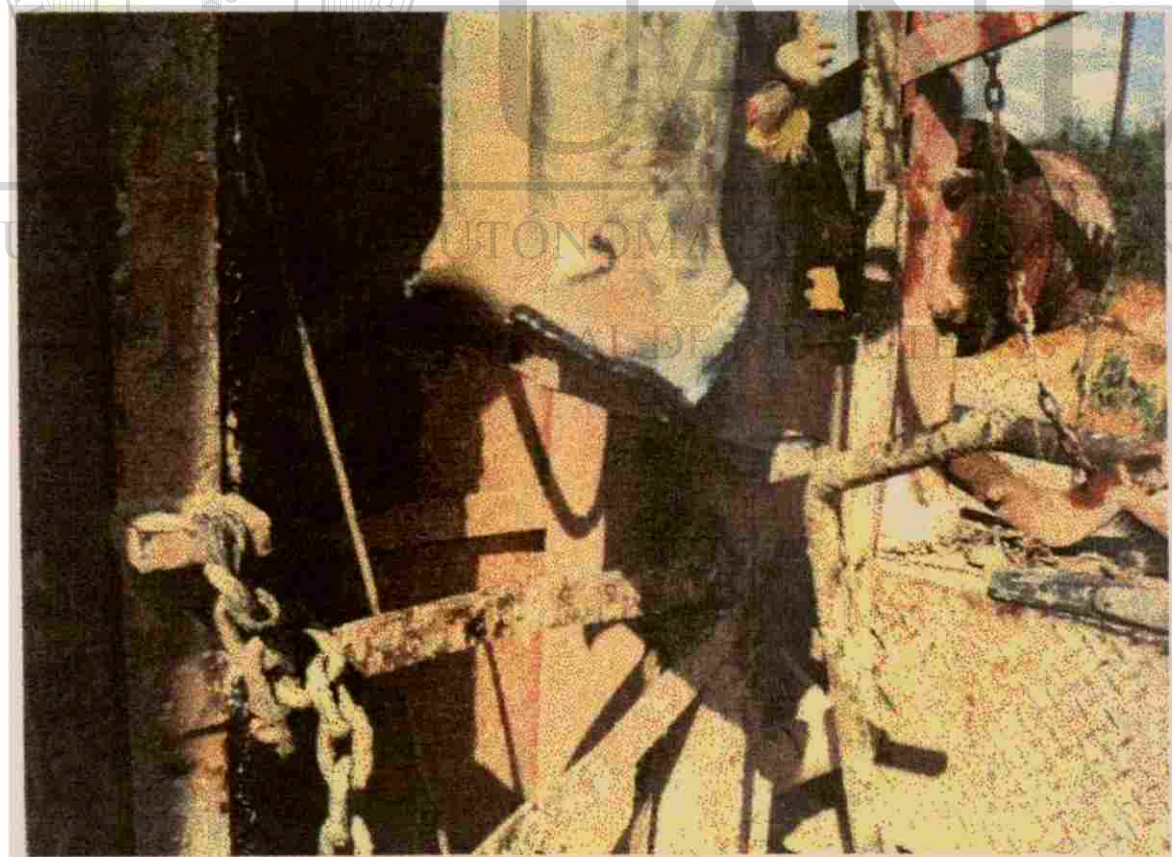
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Figura 14**

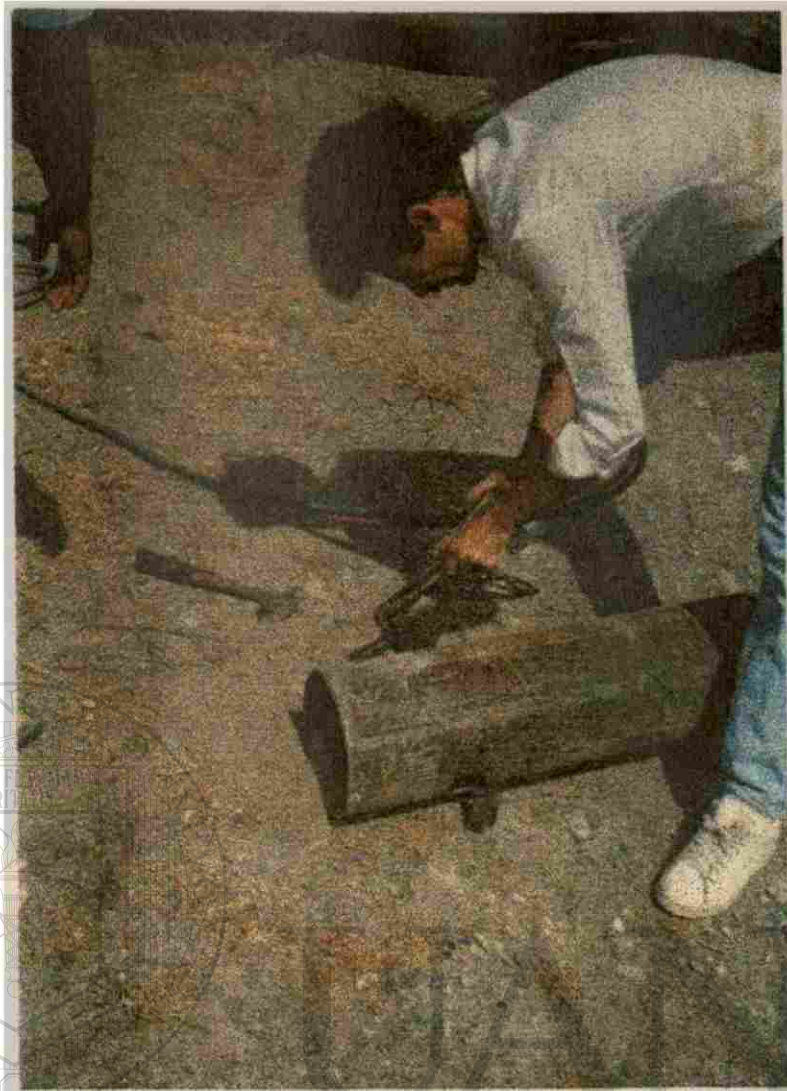




**Figura 15**



**Figura 16**



**Figura 17**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 18

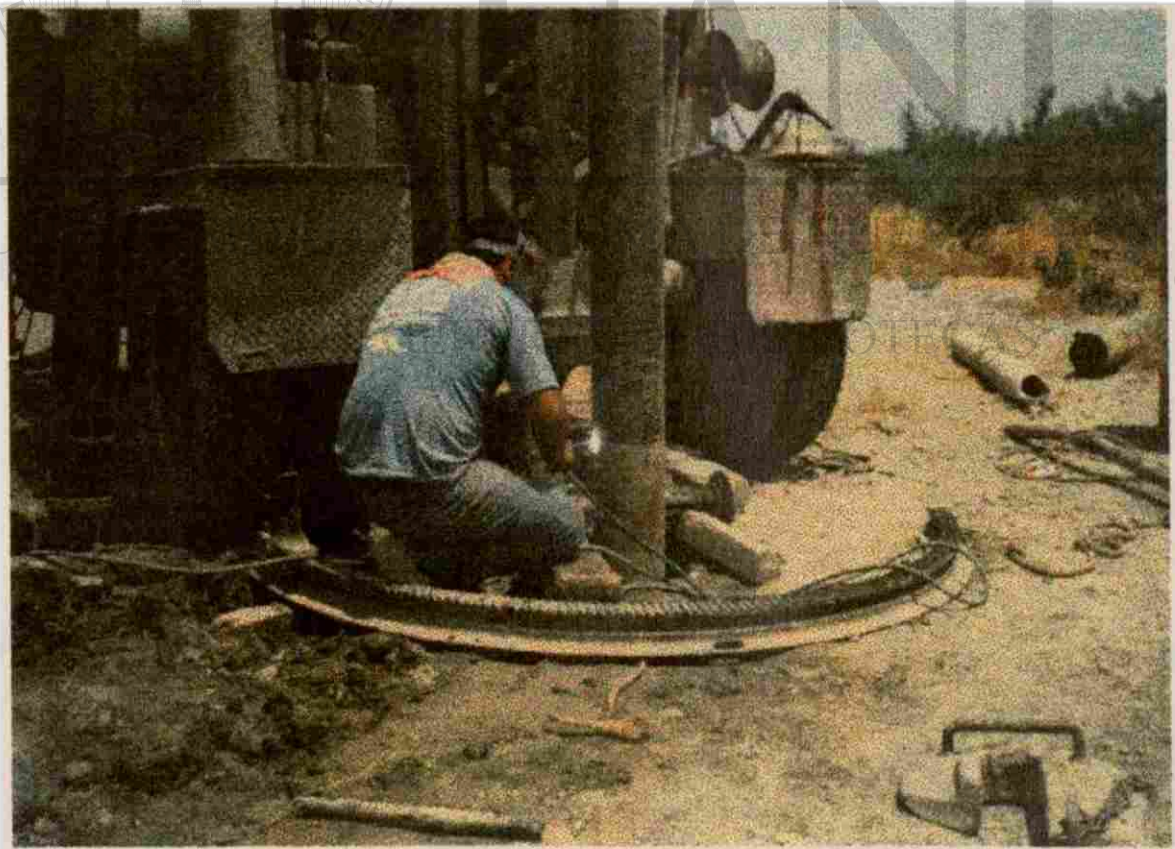


Figura 19

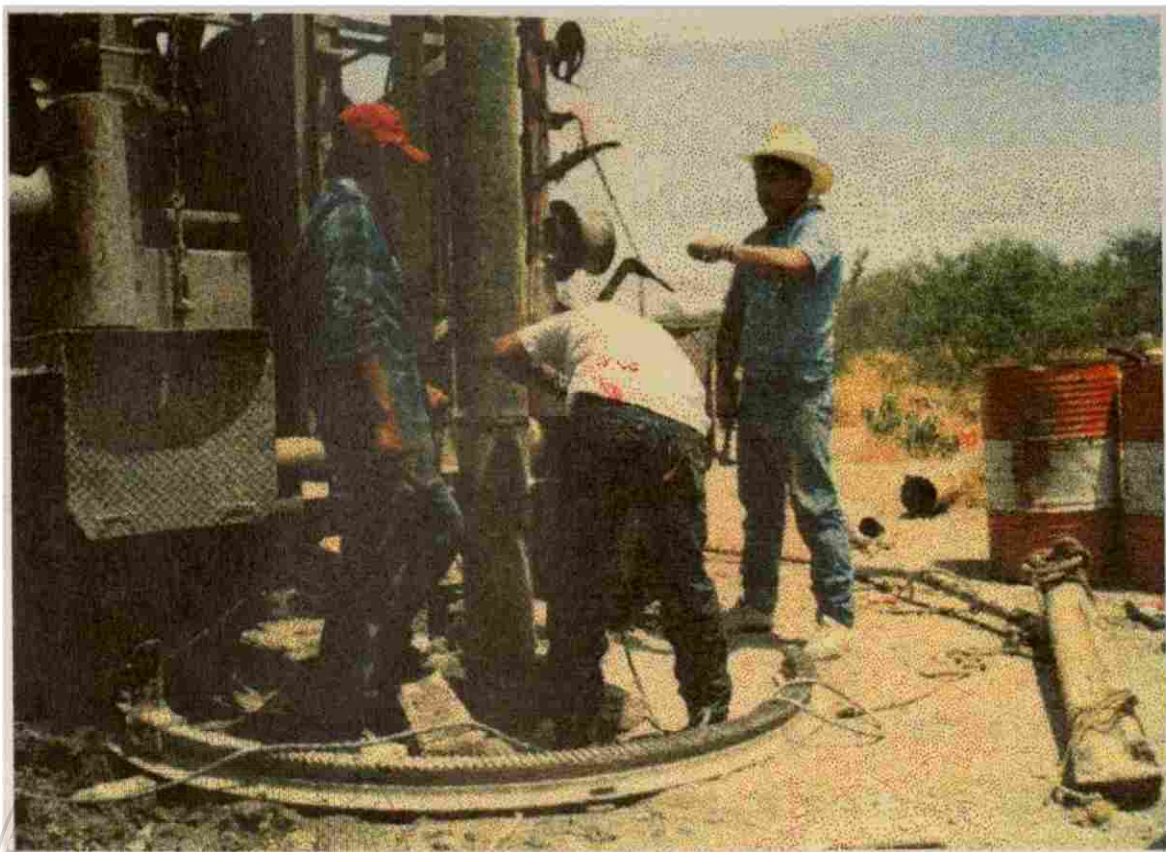


Figura 20

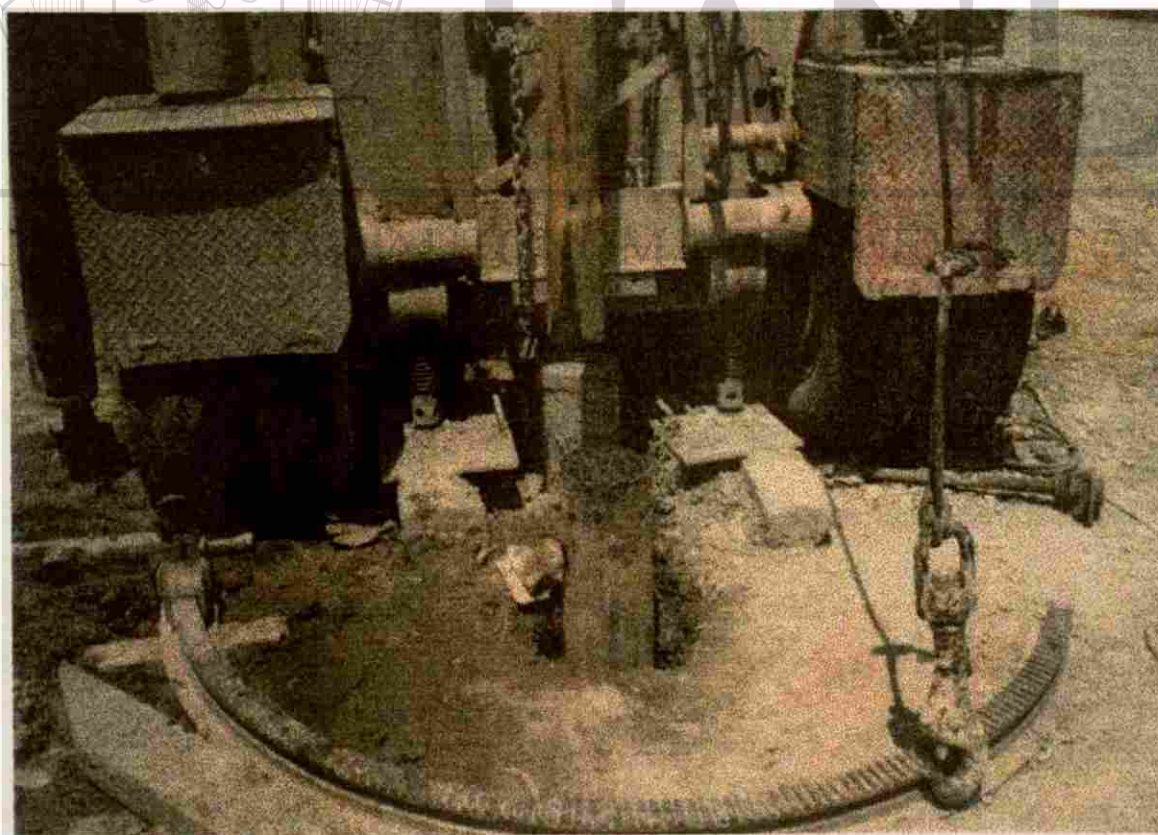


Figura 21

## AFORO DEL POZO.

Resulta importante entender claramente el significado de los términos comunes que se emplean en los aforos de los pozos de agua.

a) Nivel estático del agua.- Este es el nivel en el que el agua permanece, dentro de un pozo, cuando no se está extrayendo agua del acuífero por bombeo o por descarga libre. Generalmente se expresa como la distancia desde la superficie del terreno (o desde algún punto de referencia cercano a éste) hasta el nivel del agua en el pozo. En el caso de un pozo surgente, el nivel se halla por encima de la superficie. Este se puede medir después de que se impida la salida al flujo natural. El nivel estático en estos

---

casos se denomina algunas veces "carga de cierre".

b) Nivel de bombeo.- Este es el nivel en el que se encuentra el agua dentro del pozo, conforme avanza el bombeo. En el caso de surgentes, es el nivel en el cual el agua fluye desde el pozo. El nivel de bombeo también se denomina "nivel dinámico".

c) Abatimiento.- el abatimiento en un pozo es el descenso que experimenta el nivel de agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. El abatimiento es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico. Este representa la carga, en metros de agua

que produce el flujo desde el acuífero hacia el pozo y al caudal que se está extrayendo.

d) Abatimiento residual.- Una vez que el bombeo se ha detenido, el nivel asciende y trata de alcanzar el mismo nivel existente antes de empezar el bombeo. Durante este período de recuperación, la distancia a que el agua se encuentra, por debajo del nivel inicial estático, recibe el nombre de "abatimiento residual".

e) Rendimiento del pozo.- El rendimiento es el volumen de agua por unidad de tiempo que el pozo está descargando ; ya sea por bombeo o por flujo natural. Se expresa por lo general en metros cúbicos por hora, litros por minuto, etc., conforme la descarga sea menor o mayor.

f) Capacidad específica.- La capacidad específica de un pozo es igual a su descarga por unidad de abatimiento, la cual

se expresa, por lo general, en metros cúbicos o litros por hora y por hora y por metro de abatimiento. Al dividir la

descarga por el abatimiento, ambos medidos al mismo tiempo, se obtiene el valor de la capacidad específica.

#### OBJETIVO DEL AFORO.

Un pozo de agua se prueba para lograr cualquiera de dos propósitos principales. El objetivo más usual es el de obtener información acerca del comportamiento y eficiencia del pozo mientras éste se bombea. En tal caso, el resultado

se reporta en términos de la descarga, el abatimiento observado y la capacidad específica calculada. La anterior información, en ciertas condiciones, dará una medida de la capacidad productora del pozo terminado y permitirá tener una base para la selección del equipo de bombeo.

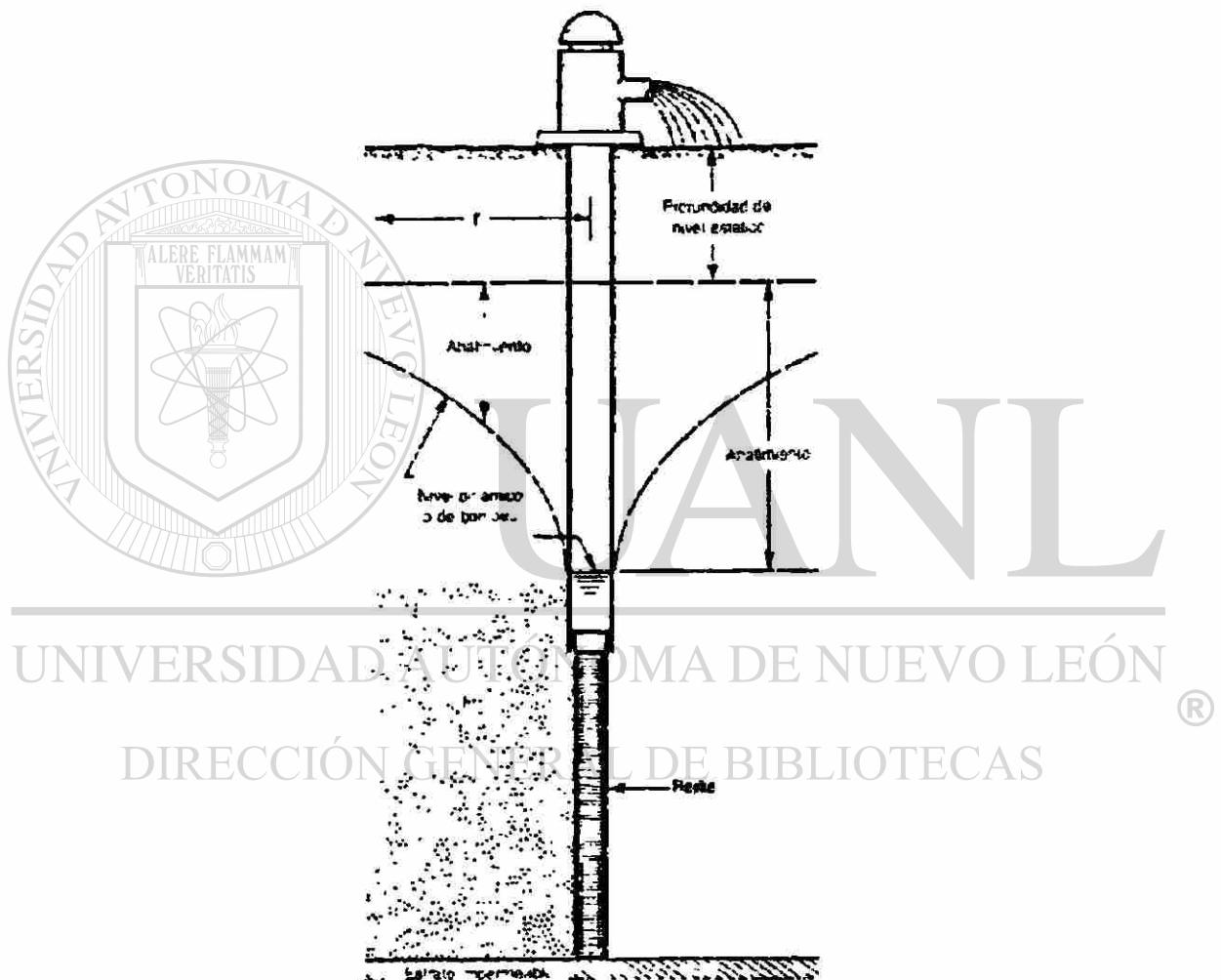


Figura 22.- Medidas relativas del comportamiento de los pozos, y a pruebas de bombeo de acuíferos y pozos.

## MEDIDA DE LA DESCARGA

La verificación de la razón de la descarga o caudal durante una prueba necesita un aditamento preciso para medir la descarga de la bomba y una manera conveniente de ajustarla para mantener ésta lo más constante posible. El mejor control se obtiene mediante una válvula instalada en la descarga de la bomba. El tamaño de la tubería de descarga deberá ser tal que esta última permanezca abierta la mitad o las tres cuartas partes, cuando se esté bombeando en un volumen de descarga deseado.

Los cambios no percibidos de velocidad, que son el resultado de variaciones de voltaje en motores eléctricos, o de temperatura, humedad y mezcla de combustible en los motores de gasolina, causan menores fluctuaciones de la descarga cuando la bomba actúa contra la presión que se desarrolla al estar la válvula parcialmente cerrada.

El tratar de regular la descarga de la bomba mediante el recurso de cambiar su velocidad, no siempre resulta satisfactorio. Esto es todavía mas inconveniente cuando la bomba trabaja a descarga abierta y entrega el agua con baja presión.



Un método simple y exacto de determinar la descarga de la bomba consiste en observar el tiempo necesario para llenar un recipiente de volumen conocido. Este método se adapta mejor y es mas práctico cuando se trata de medir caudales pequeños.

El vertedero de orificio circular es el instrumento mas comúnmente usado para medir la descarga de una bomba centrífuga o de turbina. La siguiente figura muestra los detalles esenciales de la construcción y armado del aparato.

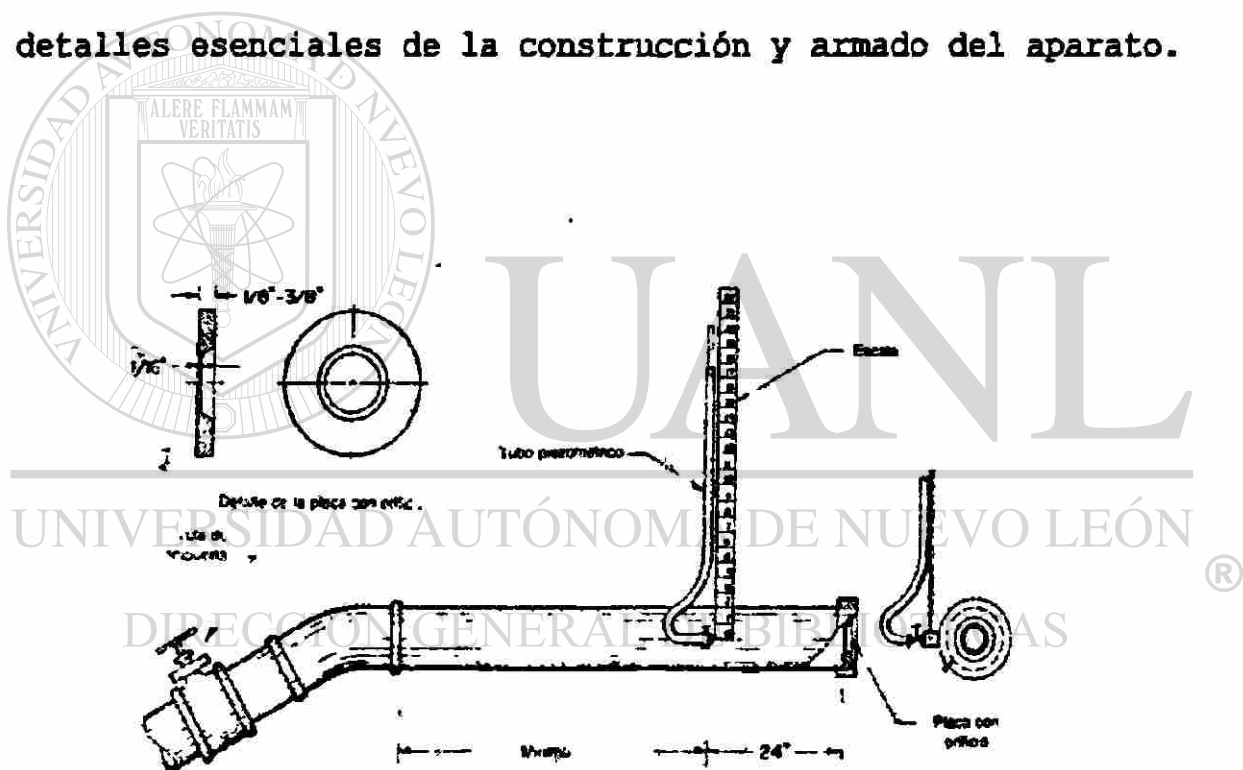


Figura 23.- figura que muestra los detalles de los instrumentos de medición para los aforos de pozos

Para medir la carga de agua o presión dentro de la tubería de descarga, se fija a este orificio un aditamento

especial. Este se denomina tubo piezométrico. Consiste en un tubo de plástico o de hule de 1.20 a 1.50 mts., de longitud, al cual se le agrega un tubo de vidrio en el extremo exterior. El otro se conecta adecuadamente mediante accesorios de plomería a la perforación efectuada en el tubo de descarga. El nivel que el agua alcanza en el tubo piezométrico representa la presión existente en el tubo de descarga, cuando el agua fluye a través del orificio de salida. Este nivel puede observarse en el tubo de vidrio, sosteniéndolo verticalmente a una altura justamente encima del punto al cual rebosaría.



Figura 24.- Momento en que el aforo se está efectuando.

## REPORTE DE AFORO DE POZO

- Pozo : Nuevo No.1
- Localizado en la cabecera Municipal del Municipio de Ciénega de Flores, del Estado de Nuevo León.
- Fecha 23 de Septiembre de 1993.

### Características de la perforación.

- Profundidad de perforación : 71.80 mts.
- Diámetro del ademe : 8"
- Nivel estático : 11.36 mts.

### Datos del aforo

- Abatimiento en metros a partir del brocal del pozo : 59.00 mts.
- Revoluciones por minuto : 1,100
- Caudal en Lps : 5.54 (gasto determinado por el procedimiento de orificio calibrado y carga piezométrica)
- La duración del aforo fue de : 30 :00 horas.

Registros del aforo del pozo Nuevo No.1 Localizado en el Municipio de Ciénega de Flores, Nuevo León con fecha 09 de Septiembre de 1993.

Hora	R. P. M.	Gasto (Lps)	Nivel de Bombeo
3 segundos	1,500	15.99	26.00 mts
5 segundos	1,400	11.31	39.00 mts
7 segundos	1,300	6.59	43.00 mts.
12 :00 A.M.	1,200	5.98	47.00 mts.
01 :00 P.M.	1,200	5.98	49.00 mts.
02 :00 P.M	1,200	5.98	49.00 mts.
03 :00 P.M	1,200	5.76	52.00 mts.
04 :00 P.M	1,200	5.76	53.00 mts.
05 :00 P.M	1,200	5.76	56.00 mts.
06 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
07 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
08 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
09 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
10 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
11 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
12 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
01 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.

Hora	R. P. M.	Gasto (Lps)	Nivel de Bombeo
02 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
03 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
04 :00 A.M .	1,100	5.54	59.00 mts.
05 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
06 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
07 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
08 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
09 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
10 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
11 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
12 :00 A.M	1,100	5.54	59.00 mts.
01 :00 P.M.	1,100	5.54	59.00 mts.
02 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
03 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
04 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
05 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.
06 :00 P.M	1,100	5.54	59.00 mts.

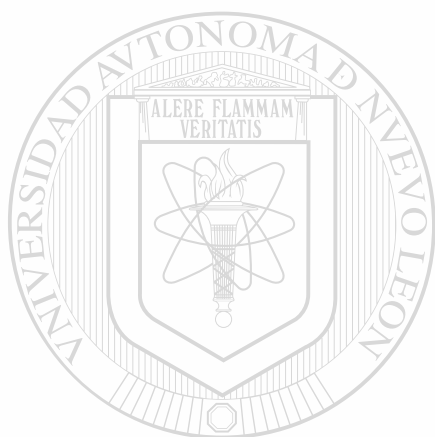
Equipo de Aforo : Columna de 4" de diámetro con tazones de 18 pasos.

Recuperación del pozo = 13 minutos.

Diámetro de ademe 8" ; profundidad del pozo = 71.80 mts.

Nivel estático = 11.36 mts ; tiempo de bombeo = 30 horas.

Observaciones : Agua clara.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CALIDAD QUIMICA

Se analizó el agua del pozo siguiendo los métodos químicos de vía húmeda standard.

### ANALISIS QUIMICO DEL AGUA

Temperatura	25° C
PH	8
Alcalinidad como HCO <sub>3</sub>	440 ppm
Conductividad (sólidos disueltos)	900 µs/cm
Cloruros	65 ppm
Dureza total (Ca + Mg como CaCO <sub>3</sub> )	380 ppm
Dureza en grados (°d)	21.5°d
Dureza parcial (Ca como CaCO <sub>3</sub> )	220 ppm
Fe (colorimétrico)	0.06 ppm
Nitratos (colorimétrico)	0.01 ppm
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (colorimétrico)	1 ppm

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los resultados del análisis indican que el agua cumple con las Normas Mexicanas de calidad de agua (1953) con la excepción de la dureza total, la cual excede la norma de 300 ppm. Se atribuye esta causa a que se trata de una agua que ha circulado a través de calizas.

## EQUIPAMIENTO DEL POZO

Con los datos proporcionados por el aforo. Se seleccionó una bomba. En el lugar se ha pensado en colocar un tanque elevado de 50 mts<sup>3</sup>. El cual se encontrará a una altura de 8.00 mts., de nivel máximo, por encima del brocal del pozo, con una longitud de la línea de conducción, de la bomba al del tanque, de 10.00 mts.

### Datos del aforo :

- Nivel del Brocal del pozo : 0.00 mts., como nivel de referencia.
- Profundidad de perforación : 71 :80 mts.
- Diámetro del ademe : 8"
- Diámetro de la perforación : 8"
- Nivel estático : 11.36 mts.
- Gasto : 5.4 Lps.
- Nivel dinámico : 59 .00 mts.
- R.P.M. : 1,100
- Duración del aforo : 30 :00 horas.
- Primero Se elige el diámetro, con el criterio de la velocidad económica de 1.00 m/seg. o menos :



De acuerdo a la ecuación de continuidad se tiene

- $Q = V * A$

donde :

- Q es el caudal dado mts<sup>3</sup> por segundo
- V es la velocidad en el interior de la tubería medida en m/seg.
- A es el área del conducto medida en mts<sup>2</sup>

- Por lo tanto despejando el área se tiene :

- $A = Q / V$

- Conocido :

- $Q = 5 \text{ lps} = 0.005 \text{ mts}^3/\text{seg}$

- $V = 1 \text{ mts}/\text{seg}$

- $A = 0.005 / 1 = 0.005 \text{ mts}^2$ .

- Como el área de un conducto circular está dado

---

por :

- $A = \pi D^2 / 4$  ; entonces :

- $0.005 \text{ mts}^2 = \pi D^2 / 4$  ; despejando

- $D = (0.005 * 4 / \pi)^{1/2} = 0.079 \text{ mts.}$

- Se propone entonces un diámetro de 4" para la línea de conducción. Esta línea de conducción será de P.V.C. de RD 26.

- Luego se calculan las pérdidas por fricción ( $h_f$ ) en el recorrido, utilizando para esto la ecuación de velocidad de Hazen and williams, dada por :

$$V = 0.85 C R^{0.63} S^{0.54}$$

Donde #

- $V$  = es la velocidad dada en mts/seg
- $C$  = coeficiente de rugosidad que para el caso de PVC (material especificado para la línea de conducción) se utiliza como valor 130 y 100 para el acero galvanizado (material que se usará en la columna de la bomba, siendo este valor adimensional
- $R$  = es el radio hidráulico, que es la relación del área mojada entre el perímetro mojado, dado en mts.
- $S$  = es la pendiente o gradiente hidráulica, que es dada en mts/mts.

Aplicando esta ecuación de velocidad en la ecuación de

continuidad queda la ecuación de la siguiente manera :

$$Q = 0.2785 C D^{2.63} S^{0.54}$$

Dados los valores :

- $Q = 0.005$  mts<sup>3</sup>/seg
- $C = 130$  por ser pvc
- $D = 4'' = 0.10$  mts.

Se despeja  $S = (Q/0.2785 C D^{2.63})^{1/0.54}$

$$S = 5/1000$$

Las pérdidas por fricción están dadas por  $h_f = S \cdot L$

Donde L es la longitud de la conducción que es de 10 mts, por lo tanto  $h_f = (5/1000) * 10$

- $h_f = 0.05$  mts.
- Se calcula la pérdida en la columna, estimando una descarga de 2" de diámetro y con un material de fierro galvanizado.
  - $h_f = 13.686$
- Se calcula la cota piezometrica en la descarga de la bomba :

- $8 + 0.05 = 8.05$  mts.

- Presión a la descarga de la bomba := 8.05 mts

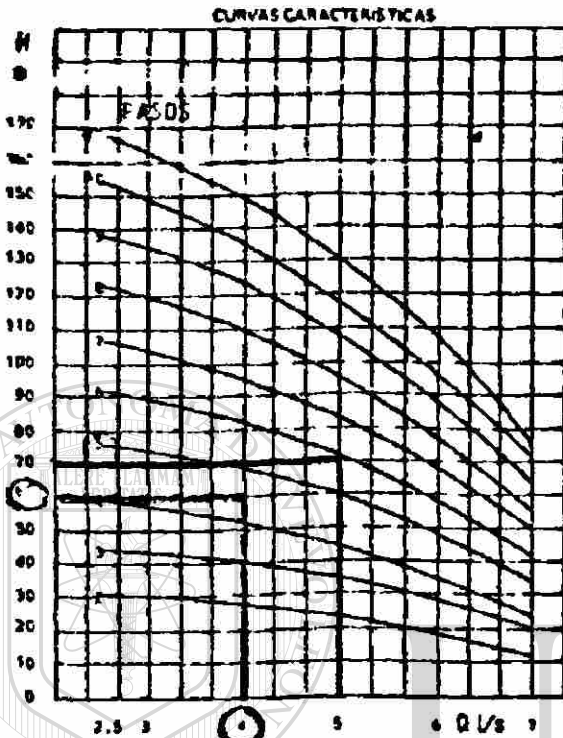
- Cálculo de la Carga Dinámica Total (C.D.T.) :

- $C.D.T. = 8.05 + 59.00 + 13.686 = 80.736$  mts.

- Con la Carga Dinámica total y el gasto se recurre a la gráfica de bombas y se selecciona la siguiente bomba :

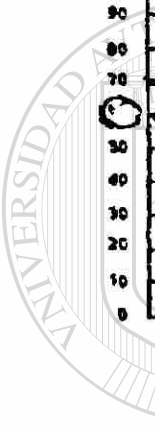
- Bomba sumergible, marca : KSB UPD 182
- Dc = 81 ; 6 tasones. Eficiencia = 75% ; R.P.M. = 3,500
- Potencia = 7.5 H.P. en 440 Volts, con un transformador de 15 KVA 13,200/440/254

8.3 UPD 182 - 30 HZ / 3500 RPM PARA POZOS DESDE 8"



TIPO / POTENCIA / MEDIDA

Tipo	Potencia (CV)	Potencia (KW)	Medida (mm)	Medida (in)	Medida (mm)	Medida (in)	Medida (mm)	Medida (in)
UPD 182	2.4	1.8	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 183	3.0	2.2	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 184	3.6	2.7	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 185	4.2	3.1	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 186	4.8	3.5	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 187	5.4	4.0	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 188	6.0	4.4	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 189	6.6	4.9	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 190	7.2	5.3	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 191	7.8	5.7	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 192	8.4	6.2	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 193	9.0	6.6	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 194	9.6	7.1	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 195	10.2	7.5	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 196	10.8	8.0	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 197	11.4	8.4	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 198	12.0	8.9	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 199	12.6	9.3	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 200	13.2	9.8	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 201	13.8	10.2	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 202	14.4	10.7	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 203	15.0	11.1	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 204	15.6	11.6	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 205	16.2	12.0	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 206	16.8	12.5	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 207	17.4	12.9	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 208	18.0	13.4	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 209	18.6	13.8	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 210	19.2	14.3	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 211	19.8	14.7	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 212	20.4	15.2	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 213	21.0	15.6	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 214	21.6	16.1	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 215	22.2	16.5	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 216	22.8	17.0	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 217	23.4	17.4	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 218	24.0	17.9	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 219	24.6	18.3	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 220	25.2	18.8	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 221	25.8	19.2	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 222	26.4	19.7	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 223	27.0	20.1	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 224	27.6	20.6	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 225	28.2	21.0	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 226	28.8	21.5	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 227	29.4	21.9	76	3	21	0.83	3.3	0.83
UPD 228	30.0	22.4	76	3	21	0.83	3.3	0.83



POTENCIA (PARA UN FASO) \* Mejor punto de eficiencia  
Nota: Las unidades de 15, 20 y 24 hp también se pueden conectar en los motores DC de 1"



DIMENSIONES

Tipo	Dimensiones de bomba	Longitud (mm)	Longitud del cable (mm)	Altura máx. de instalación
UPD 182	182	182	182	182
UPD 183	183	183	183	183
UPD 184	184	184	184	184
UPD 185	185	185	185	185
UPD 186	186	186	186	186
UPD 187	187	187	187	187
UPD 188	188	188	188	188
UPD 189	189	189	189	189
UPD 190	190	190	190	190
UPD 191	191	191	191	191
UPD 192	192	192	192	192
UPD 193	193	193	193	193
UPD 194	194	194	194	194
UPD 195	195	195	195	195
UPD 196	196	196	196	196
UPD 197	197	197	197	197
UPD 198	198	198	198	198
UPD 199	199	199	199	199
UPD 200	200	200	200	200
UPD 201	201	201	201	201
UPD 202	202	202	202	202
UPD 203	203	203	203	203
UPD 204	204	204	204	204
UPD 205	205	205	205	205
UPD 206	206	206	206	206
UPD 207	207	207	207	207
UPD 208	208	208	208	208
UPD 209	209	209	209	209
UPD 210	210	210	210	210
UPD 211	211	211	211	211
UPD 212	212	212	212	212
UPD 213	213	213	213	213
UPD 214	214	214	214	214
UPD 215	215	215	215	215
UPD 216	216	216	216	216
UPD 217	217	217	217	217
UPD 218	218	218	218	218
UPD 219	219	219	219	219
UPD 220	220	220	220	220
UPD 221	221	221	221	221
UPD 222	222	222	222	222
UPD 223	223	223	223	223
UPD 224	224	224	224	224
UPD 225	225	225	225	225
UPD 226	226	226	226	226
UPD 227	227	227	227	227
UPD 228	228	228	228	228

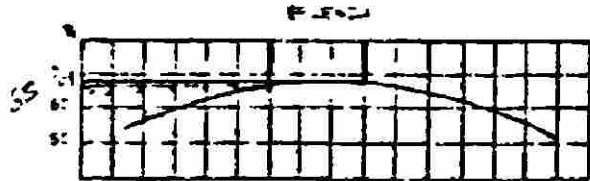
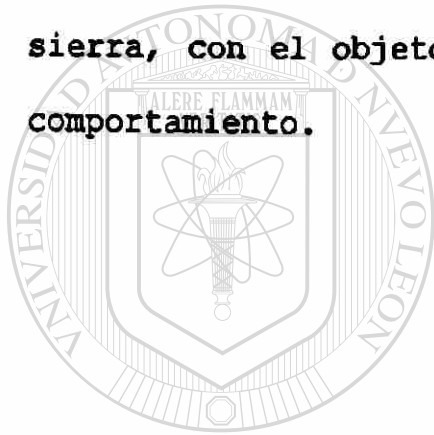


Figura 25

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El pozo que hemos localizado, aforado y equipado es capaz de suministrar de agua a la población para la cual se proyectó, que fue de 1,500 hab. Su calidad físico y química y bacteriológica nos indica una agua libre de contaminantes y buena para ser aprovechada como agua potable, se recomienda ubicar al menos dos pozos de observación a una distancia de 100 a 150 mts., a ambos lados del pozo en forma paralela a la sierra, con el objeto de evaluar el recurso y monitorear su comportamiento.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## BIBLIOGRAFÍA

- **Secretaría Gobierno del Estado de Nuevo León (1987)**  
**Monografía del municipio de Ciénega de Flores, N.L.**
- **Nuevo León, México**  
**Secretaría de obras Públicas y transporte**  
**Sexenio de Miguel de la Madrid Hurtado(1982-1988)**  
**Centro de estudios Municipales de Nuevo León**
- **Lopez Ramos E. (2ª Edición 1980)**  
**México D.F.**  
**Editorial U.N.A.M.**  
**Geología de México**
- **Johnson Edward (1ª Edición 1975)**  
**El Agua Subterránea y los Pozos**  
**Saint Paul Minnesota**  
**Johnson Edward Division UOP Inc.**
- **Anderson II, B.D. y Aguilera Reyes, V.M., (1984) : Informe de la exploración hidrogeológica de los terrenos de la ULUANL. Documento interno.**
- **Anderson II, B.D. y Aguilera Reyes, V.M. (1986) Push Faults. A conceptual Model for Groundwater Exproation in the Sierra Madre Oriental Foreland, México-Zbl. Geol. Paleaont. Teil I, 1985 : 1149 - 1160 ; Stuttgart.**
- **Aguilera Reyes, V.M., Muñoz Hernández, B y Salgado Gutierrez, R. , (1985) : Correlación Físico - Química entre los acuíferos Calizo y Granular de Bustamante, N.L., FIC - UANL**

## **RESUMEN AUTOBIOGRAFICO**

**Francisco César Lozano González**

**Candidato para el Grado de Maestro en Ciencias  
con Especialidad en Hidrología Subterránea**

**Tesis : "Localización, construcción y prueba de un pozo  
en una falla geológica de dilusión."**

### **Biografía :**

**Datos personales : Nacido en Monterrey, N.L. el 19  
de Noviembre de 1954, hijo de Heriberto Lozano  
Guerra y María del Carmen González de Lozano.**

### **Educación :**

**Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León ;  
grado obtenido : Ingeniero Civil en 1976.**

### **Experiencia Profesional :**

**Ingeniero de proyectos de Ingeniería y construcción  
desde 1977, con compañías nacionales, experiencia  
en elaboración en Ingeniería de detalle y  
construcción industrial en general.**

**Asesor de compañías constructoras de la localidad  
desde 1986, a la fecha.**

**Gerente de proyectos y construcciones desde 1990,  
con compañías nacionales, a la fecha.**

**Profesor de la facultad de Ingeniería Civil de la  
Universidad Autónoma de Nuevo León desde Febrero de  
1983 a la fecha.**

