

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA



ESTUDIO GEOLOGICO DEL SITIO PARA PRESA
"CERRO PRIETO" MPIO. DE LINARES, EDO. DE N.L.

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A
PATRICIO MARIO
RODRIGUEZ MARTINEZ

SAN LUIS POTOSI, S.L.P.

1983



DIRECCION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA
DR. MANUEL NAVA 8 TELEFONO 3-11-86
APARTADO POSTAL 569
SAN LUIS POTOSI, S. L. P., MEXICO

Diciembre 2, 1982.

Al Pasante Sr. Patricio Mario Rodríguez Martínez.
P R E S E N T E .

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recercial que deberá desarrollar en su Examen Profesional de Ingeniero Geólogo, al Sr. Ing. VICTOR JULIAN MARTINEZ RUIZ Así como el Tema Propuesto para el mismo es:

"ESTUDIO GEOLOGICO DEL SITIO PARA PRESA" "CERRO PRIETO", -
MPIO. DE LINARES, EDO. DE N.L.

T E M A R I O:

- I.- RESUMEN.
- II.- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES.
- III.- ASPECTOS GEOGRAFICOS.
- IV.- FISIOGRAFIA.
- V.- ASPECTOS GEOLOGICOS.
- VI.- GEOTECNIA.
- VII.- CIMENTACION.
- VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- IX.- BIBLIOGRAFIA.

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

A T E N T A M E N T E .

"MOOS ET CUNCTARUM REBUM MENSURAS AUDEBO"

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA
Maximino Torres Silva
ING. MAXIMINO TORRES SILVA

A mis padres con cariño y respeto.

A mis Hermanos.

A mi familia.

A mi esposa e hijo.

A todas las personas que colaboraron de una u otra
forma en la elaboración del presente trabajo.

" ESTUDIO GEOLOGICO DEL SITIO PARA PRESA CERRO PRIETO,
MUNICIPIO DE LINARES, ESTADO DE N.L.".

C O N T E N I D O :

<u>CAPITULO:</u>	<u>PAGINA:</u>
I.- RESUMEN.	1
II.- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES.	3
a).- Introducción	3
b).- Objetivo del presente estudio.	3
c).- Antecedentes	4
III.- ASPECTOS GEOGRAFICOS	6
a).- Localización y Vías de Acceso.	6
b).- Clima y Vegetación	7
IV.- FISIOGRAFIA.	8
a).- Relación del área con las Provincias Fisiográficas de México	8
b).- Geomorfología.	8
c).- Hidrografía.	9
V.- ASPECTOS GEOLOGICOS.	10
a).- Regionales	10
1.- Estratigrafía.	11
2.- Geología Histórica	20
b).- Locales.	22
1.- Geología de la Boquilla y Puertos.	22
2.- Geología del Vaso de Almacenamiento.	24
VI.- GEOTECNIA.	25
1.- Programa de Exploraciones.	25
2.- Resultados de las Exploraciones.	26
a).- Eje Propuesto.	26
b).- Eje Modificado	30
c).- Puertos.	37
3.- Pruebas de Permeabilidad	58
a).- Eje Propuesto.	58
b).- Eje Modificado	60
c).- Puertos.	69

<u>CAPITULO</u>	<u>PAGINA</u>
4.- Comentarios de las Exploraciones.	88
a).- Eje Propuesto	88
b).- Eje Modificado.	89
c).- Puerto No. 1.	90
d).- Puerto No. 2.	91
e).- Puerto No. 3.	91
f).- Puerto Nos. 4 y 5	91
g).- Puerto No. 6.	91
h).- Puerto Margen Izquierda	92
5.- Bancos de Préstamo.	92
VII.- CIMENTACION	93
VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	97

I L U S T R A C I O N E S

FIG. No.

- 1.- Localización del área de estudio.
- 2.- Situación en planta de las obras en conjunto.
- 3.- Provincias Fisiográficas.
- 4.- Tabla de Correlación Estratigráfica

PLANO No.

- 1.- Croquis Geológico del vaso
- 2.- Croquis Geológico de la Boq. y Loc. de Expls.
- 3.- Variaciones de Permeabilidad del Eje propuesto.
- 4.- Variaciones de Permeabilidad del Eje modificado.
- 5.- Variaciones de Permeabilidad de los Puertos 1 y 2
- 6.- Variaciones de Permeabilidad del Puerto No. 3
- 7.- Variaciones de Permeabilidad de los Puertos 4 y 5
- 8.- Variaciones de Permeabilidad del Puerto No. 6
- 9.- Variaciones de Permeabilidad del Puerto Margen -- Izquierda.

I.- RESUMEN:

El Proyecto "Cerro Prieto", se encuentra localizado a 17.5 km en línea recta al NE de la Ciudad de Linares, N.L., en donde se pretende construir una obra hidráulica que abastecerá de agua potable a la Ciudad de Monterrey, N.L.; aprovechando las aguas del Río Pabillo, con una cortina de materiales graduados de 840.00 m de longitud y 25.00 m de altura para captar 135'000,000.00 m³.

Tanto la boquilla como el vaso se encuentran labrados en su mayor parte en calizas arcillosas pertenecientes a la Formación San Felipe, de edad Coniaciano - Santoniano, de color gris verdosas, que intemperizan a color anaranjado, con estratos de 20 a 30 cm de espesor, presentando intercalaciones de lutitas grises y bentonita verde; sobre yaciendo a éstas en forma de remanentes de erosión, se encuentra la Formación Méndez de edad Campaniano - Maestrichtiano, constituida por lutitas de color gris - azulado, de estratificación delgada, con fractura concóidea, ambas formaciones se presentan suavemente plegadas formando pequeños anticlinales y sinclinales. Coronando discordantemente a estas formaciones en las partes más altas, se encuentran remanentes de erosión de grava y conglomerados de la Formación Reynosa de edad Pleistocénica, así como algunos remanentes de calizas Continentales algo cretáceas.

Además, se hizo necesario estudiar seis puertos localizados en la margen derecha y uno en la margen izquierda, con condiciones geológicas similares a la boquilla y vaso.

Para la construcción de la cortina, se recomendó efectuar una limpieza de los materiales sueltos, una carpeta de consolidación y una pantalla profunda de impermeabilización a una profundidad mínima de

30.00 m, la cual se continuaría con el dique número uno y dos, disminuyendo su profundidad en forma progresiva. Para los diques tres, cuatro, cinco, seis y margen izquierda, se recomendó efectuar una limpia de los materiales sueltos y el Conglomerado en los casos específicos, y desplantar el material impermeable directamente sobre la roca sana.

Para los materiales de construcción, se recomendó efectuar un estudio de laboratorio.

II.- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES:

a).- Introducci3n:

Tomando en cuenta que nuestro pa3s es tradicionalmente agr3co la, y de acuerdo a las necesidades de nuestra poblaci3n y a la pol3tica de nuestros dirigentes; el sector hidr3ulico es de vital importancia pa3ra el buen desarrollo de nuestro pueblo, d3ndosele prioridad inmediata a la soluci3n del abastecimiento de agua potable o riego, para lo cual se le ha asignado a la Secretar3a de Agricultura y Recursos Hidr3ulicos la tarea de proveer de este necesario elemento a las regiones que lo necesitan; es por esto, que se le ha ordenado a la Secretar3a la elaboraci3n de los estudios y ejecuci3n de las obras necesarias para un proyecto de presa ubicado en las cercan3as del poblado de Linares, en el Estado de Nuevo Le3n, con el que se pretende aprovechar el caudal del R3o - Pablillo, tributario del R3o Conchos; para el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de Monterrey, N.L., y riego de las parcelas aleda3as a la presa.

b).- Objetivo del presente estudio:

El objetivo del presente estudio es conocer las condiciones geol3gicas superficiales y del subsuelo y as3 determinar sus caracter3sticas f3sicas, estratigr3ficas, estructurales, de estabilidad y de permeabilidad de la cortina y siete puertos, ubicados seis de ellos en la margen derecha y el restante en la izquierda; as3 como las condiciones geol3gicas del vaso de almacenamiento, para as3 estudiar los problemas que se presentarán durante y despu3s de la construcci3n de la presa y darles la soluci3n adecuada y espec3fica que cada uno de ellos requiera,

además de la localización de bancos de materiales.

c).- Antecedentes:

El Proyecto de Presa "Cerro Prieto", se empezó a estudiar en el año de 1954, siendo los Ingenieros Manuel Alvarez Carvajal y Javier Morales Esquivel los primeros; continuando los estudios en el año de 1965 el Ing. Jorge Ortíz Fernández del Campo, para posteriormente en el siguiente año complementarlo con las condiciones geológicas de los sitios del vertedor y de la obra de toma.

Durante los siguientes años no se realizó ninguna actividad; siendo el Ing. José Luis Zúñiga Terán en el año de 1980 y 1981, el encargado de realizar los trabajos finales junto con el suscrito, para llegar a conclusiones definitivas acerca de las condiciones geológicas de la obra que se pretende construir, la cual cuenta con las siguientes características:

Tipo de cortina:	Materiales graduados .
Altura:	25.00 m.
Longitud:	840.00 m.
Capacidad Total:	393 Hm ³
Elevación de la corona: . . .	288.00 m.
Elevación del NAME:	285.50 m.
Bordo libre:	2.50 m.
Altura desde el cauce: . . .	39.00 m.

Volúmen anual aprovechado:	130	Hm ³ .
Capacidad para azolves:	25	Hm ³ .
Capacidad de control:	93	Hm ³ .
Gasto máximo de la obra de toma- y control de excedencias:	2,500	m ³ /s
Gasto máximo de la obra de toma- para riego:	0.5	m ³ /s.

Así mismo fue necesario realizar el estudio de seis puertos -
ubicados en la margen derecha y uno en la izquierda, los cuales tienen-
las siguientes características constructivas:

Puerto No. 1.-

Altura aproximada:	10.00	m.
Longitud aproximada:	900.00	m.

Puerto No. 2.-

Altura aproximada:	7.00	m.
Longitud aproximada:	650.00	m.

Puerto No. 3.-

Altura aproximada:	3.00	m.
Longitud aproximada:	800.00	m.

Puerto No. 4.-

Altura aproximada:	3.00 m.
Longitud aproximada:	1,060.00 m.

Puerto No. 5.-

Altura aproximada:	4.50 m.
Longitud aproximada:	400.00 m.

Puerto No. 6.-

Altura aproximada:	11.00 m.
Longitud aproximada:	1,835.00 m.

Puerto Margen Izquierda:

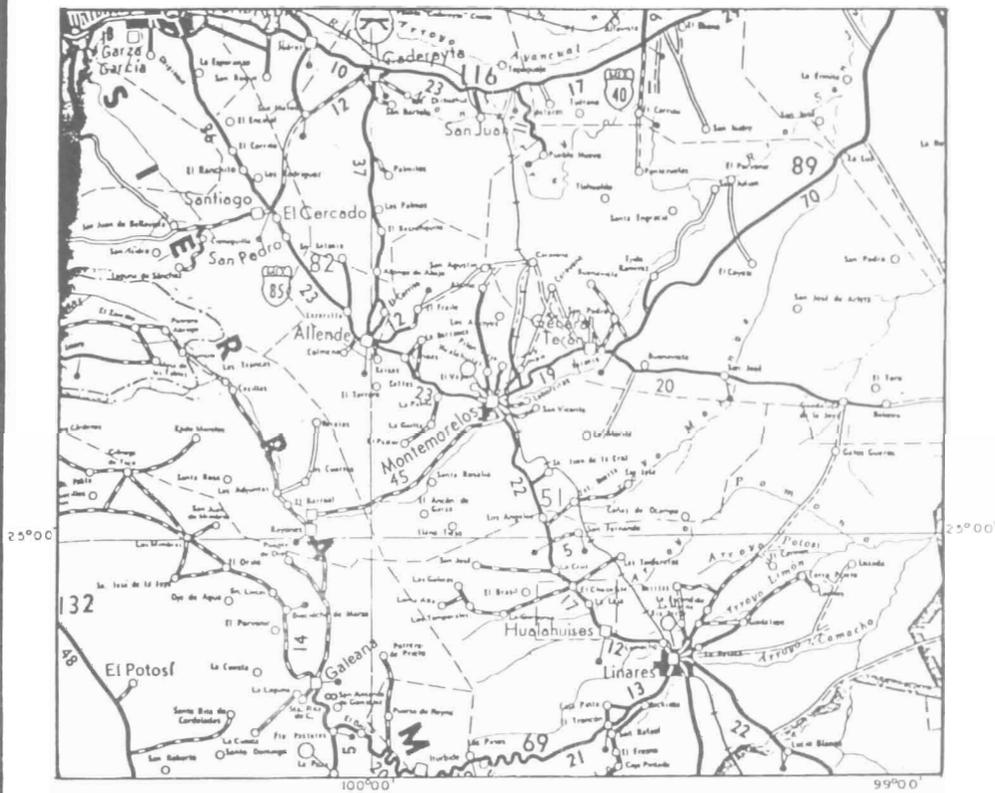
Altura aproximada:	6.00 m.
Longitud aproximada:	810.00 m.

La situación en planta de todas las obras se muestra en la --
Figura No. 2.

III.- ASPECTOS GEOGRAFICOS:

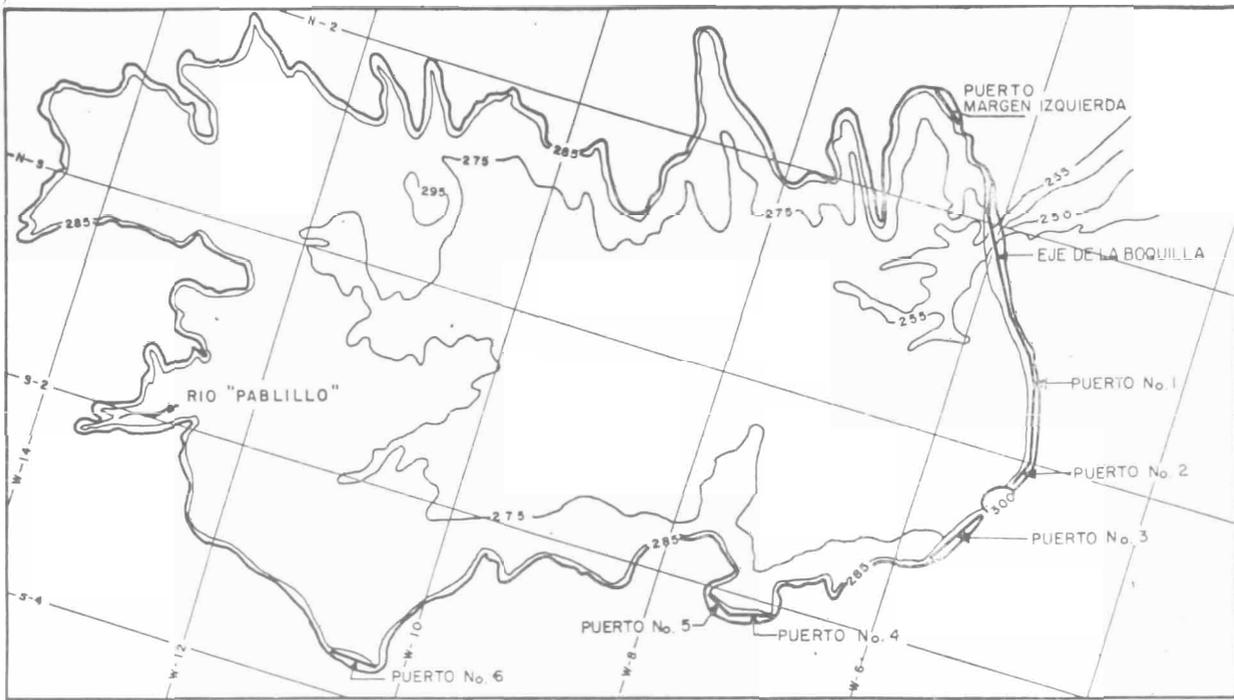
a).- Localización y Vías de Acceso:

El sitio en estudio se localiza a 17.5 km en línea recta al -



U.A.S.L.P. ESCUELA DE INGENIERIA
 AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

G E O L O G I A	LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	
	TRABAJO RECEPCIONAL	
	P. MARIO RODRIGUEZ MTZ.	FIG 1



G E O L O G I A	U.A.S.L.P. ESCUELA DE INGENIERIA AREA CIENCIAS DE LA TIERRA	
	PLANO DE CONJUNTO DE LAS OBRAS HIDRAULICAS	
	TRABAJO RECEPCIONAL	
	P. MARIO RODRIGUEZ MTZ	FIG 2

N 65° E, de la Ciudad de Linares, N.L., (Fig. 1), siendo sus coordenadas geográficas aproximadas las siguientes:

Longitud al W de Greenwich:	99° 25'
Latitud Norte:	24° 55'

El acceso se realiza partiendo de la Ciudad de Linares, N.L., por la Carretera Federal No. 85, rumbo a Ciudad Victoria, recorriéndose 0.5 km, para desviarse posteriormente hacia la izquierda por la Carretera Estatal a San Carlos y después de 1.6 km, se continúa nuevamente a la izquierda por un camino de terracería transitable en todo tiempo, pasando por los poblados de La Petaca y La Hacienda de Guadalupe y en el km 19+250, se sigue por una brecha a la izquierda que nos lleva hasta el sitio en estudio después de un desarrollo de 1.5 km aproximadamente.

b).- Clima y Vegetación:

El clima de la región, según la clasificación de Climas de Köppen, modificada por E. García y editada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación en el año de 1970, es del tipo semiárido cálido, con un régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, su temperatura media anual es de 21.7° C, con una máxima de 42.3° C, y mínima de 5° C.

La vegetación consiste en chaparrales como uña de gato (*Zanthoxylum Fagara*), gobernadora (*Larrea divaricata*), nopal (*Platy opuntia*), y maguey (*Agave atrovirens*). En las cercanías del río, existen

mezquites (*Prosopis juliflora*), álamos y arbustos del grupo de las Xerófitas.

IV.- FISIOGRAFIA:

a).- Relación del Area con las Provincias Fisiográficas de México:

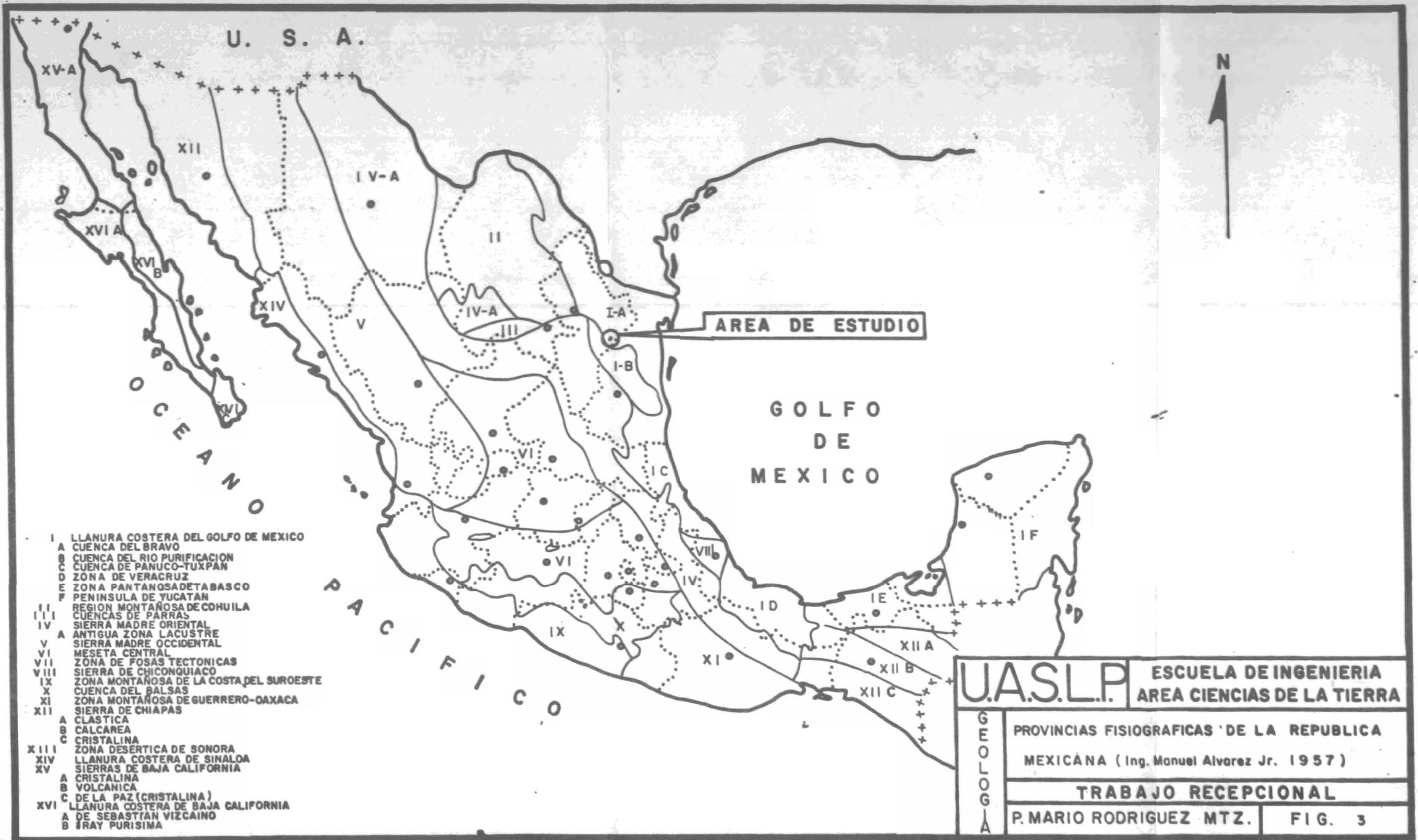
Tomando en cuenta la clasificación de las Provincias Fisiográficas del Ing. Manuel Alvarez Jr. (1957), el sitio en estudio se encuentra localizado en la subprovincia de la Cuenca del Bravo, la cual a su vez pertenece a la Provincia de la Llanura Costera del Golfo de México.

La subprovincia de la Cuenca del Bravo, a su vez se encuentra dividida en las siguientes zonas:

La Occidental, La Central y La Oriental, quedando comprendido el sitio de estudio en la zona occidental, que se caracteriza por estar constituida por calizas, lutitas, arcillas y algunas areniscas del Cretácico Superior, las cuales por lo suave de sus echados dan lugar a una topografía ligeramente ondulante en la que las lutitas y arcillas forman los amplios valles, sin embargo hacia el SW, se presenta una zona montañosa más o menos aislada (Sierra Madre Oriental), en la que predominan las rocas calcáreas, con elevaciones que fluctúan entre los 300 y 600 m de altura.

b).- Geomorfología:

Desde el punto de vista geomorfológico, la zona de estudio se



AREA DE ESTUDIO

GOLFO DE MEXICO

PACIFICO

- I LLANURA COSTERA DEL GOLFO DE MEXICO
- A CUENCA DEL BRAVO
- B CUENCA DEL RIO PURIFICACION
- C CUENCA DE PANUCO-TUXPAN
- D ZONA DE VERACRUZ
- E ZONA PANTANOSA DE TABASCO
- F PENINSULA DE YUCATAN
- II REGION MONTAÑOSA DE COHUILA
- III CUENCAS DE PARRAS
- IV SIERRA MADRE ORIENTAL
- A ANTIGUA ZONA LACUSTRE
- V SIERRA MADRE OCCIDENTAL
- MESETA CENTRAL
- VI ZONA DE FOSAS TECTONICAS
- VIII SIERRA DE CHICONQUIACO
- IX ZONA MONTAÑOSA DE LA COSTA DEL SUROESTE
- X CUENCA DEL BALSAS
- XI ZONA MONTAÑOSA DE GUERRERO-OAXACA
- XII SIERRA DE CHIAPAS
- A CLASTICA
- B CALCAREA
- C CRISTALINA
- XIII ZONA DESERTICA DE SONORA
- XIV LLANURA COSTERA DE SINALOA
- XV SIERRAS DE BAJA CALIFORNIA
- A CRISTALINA
- B VOLCANICA
- C DE LA PAZ (CRISTALINA)
- XVI LLANURA COSTERA DE BAJA CALIFORNIA
- A DE SEBASTIAN VIZCAINO
- B BRAY PURISIMA

GEOLOGIA	U.A.S.L.P.	ESCUELA DE INGENIERIA AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
	PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA (Ing. Manuel Alvarez Jr. 1957)	
	TRABAJO RECEPCIONAL	
	P. MARIO RODRIGUEZ MTZ.	FIG. 3

encuentra ubicada en una penillanura labrada en rocas pelíticas, como resultado de un ciclo normal de erosión característico de largas calmas tectónicas; en donde sobresalen pequeños lomeríos arredondados constituidos de rocas clástico-marinas, así como algunos promontorios abruptos constituidos por rocas calcáreas de origen evaporítico-continental que cubre discordantemente a las otras rocas.

c).- Hidrografía:

El Río Pablillo sobre el que está localizada la boquilla de "Cerro Prieto" es de régimen constante y nace en la Sierra Madre Oriental alcanzando su cuenca una extensión de 1,900 km², hasta la boquilla.

La parte superior de su curso se origina en la Sierra Madre Oriental, a la que cruza transversalmente, cortando a los ejes estructurales de dicha sierra, en esta parte de su recorrido recibe varios afluentes cuyos cursos tienen una dirección paralela a los ejes estructurales y por lo tanto de carácter subsecuente y drenaje rectangular.

Hasta la salida del río de la sierra, se puede considerar como joven, de acuerdo con las características de su curso; cauces encajonados, valles en forma de V, fuerte pendiente y alto poder erosivo.

Al salir el río de la sierra, entra a la penillanura propiamente, a la que cruza con una dirección general SW-NE, con un desarrollo relativamente corto, aproximadamente de 70 Km, hasta desembocar finalmente en el Río Conchos.

Hasta llegar a la boquilla, el río desarrolle su curso en el Valle de Linares, labrado por erosión por los Ríos Pablillo, Hualahuises y el Camachito, éstos dos últimos tributarios del primero.

En esta parte de su curso, el cauce del río es bastante amplio y en algunos tramos no está bien definido, encontrándose materiales de acarreo sobre ambas márgenes en una zona amplia, depositado en épocas de fuertes avenidas.

La boquilla de "Cerro Prieto", se encuentra situada en el extremo oriental del valle, en donde se tienden a unir los lomeríos que limitan al valle de Linares por el Norte y por el Sur.

V.- ASPECTOS GEOLOGICOS:

a).- Regionales:

La geología regional se encuentra representada en el área de estudio, por rocas sedimentarias marinas y continentales, del Cretácico Superior las primeras y del Cuaternario las segundas.

Los sedimentos de origen marino, están formados por calizas de estratificación delgada, arcillosas en parte, de color gris claro, verde o pardo, que intemperizan en anaranjado, pertenecientes a la Formación San Felipe, de edad Coniaciano - Santoniano, presentándose además lutitas grisáceas y azulosas, estratificadas en capas delgadas, con fractura concóidea, pertenecientes a la Formación Méndez del Campaniano

Maestrichtiano, ambas formaciones se presentan suavemente plegadas formando pequeños anticlinales y sinclinales. Coronando discordantemente a estas formaciones en las partes más altas, se encuentran remanentes de erosión de grava y conglomerados de la Formación Reynosa (Sedimentos Continentales), de edad Plioceno - Pleistoceno, así como algunos remanentes de rocas evaporíticas.

1.- ESTRATIGRAFIA: Mesozóico (Cretácico Superior).

Formación Agua Nueva (Turoniano).

Esta formación no aflora en el área de estudio, pero se observa al SE, en la Sierra Chiquita y en la Sierra Madre Oriental, cerca de Galeana, N.L., al SW del área.

Definición:

Formación Agua Nueva es el nombre asignado por W.L. Stephenson a una sección de calizas con pedernal, intercaladas con lutitas negras carbonosas, que afloran en el Cañón de la Borrega, cerca del Rancho Agua Nueva, Tam.

Distribución:

Aflora sobre el flanco occidental de la Sierra de El Abra, - en los flancos de las primeras sierras que se hallan en el frente de la Sierra Madre Oriental y al Sur, Sureste y Suroeste de Dr. Arroyo, N.L.

Litología y Espesores:

Consiste principalmente de calizas arcillosas finalmente bandeadas; calizas de grano fino a medio, de color gris a negro, en capas de espesor delgado a medio, que alternan con estratos medianos a gruesos, de lutitas laminares de color gris y gris oscuro a negro, de interperismo amarillento, ligeramente rojizo. La presencia de pedernal negro en lentes o láminas es una de sus características principales.

En el flanco occidental de la Sierra de El Abra y en el área de Gómez Farías, Tam., el espesor del Agua Nueva, varía desde unos centímetros hasta cerca de 30 m., en el frente de la Sierra Madre Oriental su potencia es de aproximadamente 50 m en la Sierra de La Colmena y de 150 a 175 m en el área de Xilitla, S.L.P., en la región de Dr. Arroyo, N.L., el espesor de la formación varía de 210 a 240 m.

Relaciones Estratigráficas:

En el área de Gómez Farías, la Formación Agua Nueva descansa discordantemente sobre la Formación El Abra y en su base siempre se encuentra un conglomerado calcáreo de espesor variable; en las sierras de El Abra y La Colmena, cubre discordantemente a la Formación El Abra - - (facies post-arrecifal); en la región de Xilitla suprayace discordantemente a los sedimentos pre-arrecifales de la Formación El Abra.

En la región de Dr. Arroyo Seco, N.L., descansa concordantemente sobre la Formación Cuesta del Cura.

Edad y Correlación:

Por su contenido faunístico, así como por su posición estrati-
gráfica, los sedimentos de la Formación Agua Nueva se les asigna al Tu-
roniano y pueden ser correlacionados, en edad, con la Formación Soyatal
aflorante en el borde occidental de la Plataforma Valles-San Luis Poto-
sí.

Fósiles:

Contiene *Inoceramus labiatus* y en la base de la formación son
frecuentes las escamas y dientes de peces.

Sedimentología:

La alternancia rítmica de lutitas y calizas arcillosas indica
que el depósito se efectuó en condiciones inestables en un ambiente ne-
rítico, cerca de una fuente de material terrígeno. La Formación Agua --
Nueva transgredió a los sedimentos de la Formación El Abra.

Formación San Felipe (Coniaciano - Santoniano).

Definición:

Fue descrita por C. Jeffrey (1910), en su localidad tipo, --
Rancho San Felipe, S.L.P., como un cuerpo de calizas de grano fino a me-
dio con intercalaciones de lutitas gris olivo y bentonitas verde esme--
ralda, de edad Coniaciano - Santoniano.

Distribución.

Se depositó sobre la margen oriental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, aflora en los flancos de la Sierra de El Abra, rellena casi todos los sinclinales que se encuentran en el frente Este de la -- Sierra Madre Oriental y también se halla expuesta sobre el flanco occidental del Arco de Miquihuana (al SW de Dr. Arroyo, N.L.).

Litología y Espesores:

La Formación San Felipe, en forma general se halla constituida de calizas y calizas arcillosas, bien estratificadas en capas de espesor delgado a medio, de color gris claro y gris verdoso, que intemperizan en amarillo limonítico; estas calizas, al partirse presentan manchas que probablemente representan huellas de algas, alternan con capas de lutitas de color gris claro a gris verdoso, por la presencia de material glauconítico. En toda la formación son frecuentes los estratos de bentonita de color verde. La macrofauna es escasa, pero en algunos lugares se encuentran Inoceramus muy desarrollados (*Inoceramus unduloplicatus*). En el área de Gómez Farías, Tam., las calizas son muy arenosas; - en la porción oriental del sinclinario de Jaumave, en la base se observa una zona conglomerética. Los espesores de la San Felipe son muy variables, en el sinclinario de Jaumave varía desde unos centímetros a -- más de 50 m, en la región de Gómez Farías y en la Sierra de El Abra su potencia varía desde unos 4 m a más de 50 m; en la región de Xilitla va ría desde unos cuantos metros a cerca de 100 m de espesor.

Es interesante hacer notar que en algunos sitios del área de San Nicolás - La Concha, en la Sierra de El Sabinito y en los Valles de Martínez y Minas Viejas, la Formación San Felipe está representada por una facies de calizas masivas, bioclásticas, de color gris claro a crema, parcialmente dolomitizadas. En el Valle de Martínez los cuerpos de calizas son más delgados y contiene pelecípodos; este mismo fenómeno se observa en el área Tamasopo - Tancalú, al W del Crucero Alfa (km 178 de la Carretera Valles - San Luis Potosí), en donde cambia a facies tipo - Plataforma (Formación Tamasopo).

Relaciones Estratigráficas:

En la margen oriental de la Plataforma Valles - San Luis Potosí, la Formación San Felipe descansa en ocasiones discordantemente sobre la Formación El Abra, en algunos casos cubre concordantemente a la Formación Agua Nueva y siempre subyace transicional y concordantemente a la Formación Méndez.

En el área de Dr. Arroyo, suprayace concordantemente a la Formación Agua Nueva.

Edad y Correlación:

A la Formación San Felipe por su posición estratigráfica y contenido faunístico, se le asigna una edad Coniaciano - Santoniano.

Contiene la siguiente microfauna:

Globotruncana arca (Cushman).

Globotruncana Sp.

Globotruncana lapparenti lapparenti (Bolli).

Heterohelix Sp.

Calciisphaerula innominata (Bonet).

La Formación San Felipe varía desde la porción central de la Plataforma a una facies arrecifal representada por la Formación Tamaspoco y es correlacionable con la formación del mismo nombre que se encuentra en la región de Tampico - Tuxpan.

Sedimentología:

Las rocas de la formación en discusión, son sedimentos de poca frecuencia, depositados en ambientes neríticos a epineríticos.

Formación Méndez. (Campaniano - Maestrichtiano).

Definición:

El nombre de Formación Méndez fue utilizado por primera vez por Jeffrey, para una secuencia de lutitas que sobreyacen transicionalmente a la Formación San Felipe. La localidad tipo se encuentra a 300 m al Este de Estación Méndez, Ver., sobre el ferrocarril Tampico - San Luis Potosí.

Distribución:

Los sedimentos de esta formación rellenan a la mayoría de los

sinclinales que se encuentran en el frente Este de la Sierra Madre ----
Oriental.

Litología y Espesores:

La Formación Méndez, muestra pocas variantes litológicas y en general está constituida por lutitas y margas de color gris y gris verdoso, en capas medianas y gruesas, que con frecuencia alternan con delgadas capas de bentonita blanca.

El espesor de la Formación Méndez en el área de Jaumave es de más de 100 m, en la región de San Nicolás - La Concha y sinclinal de Valles, varía de 150 a 300 m; en la margen Sureste de la Plataforma Valles - San Luis Potosí, varía de 500 a poco más de 1,000 m.

Relaciones Estratigráficas:

La Méndez descansa transicional y concordantemente sobre la Formación San Felipe y en la Laguna Colorada y el Lobo, Qro., sobre la Carretera Xilitla - Querétaro, cubre discordantemente a la Formación El Abra. En la margen Sureste de la Plataforma Valles - San Luis Potosí, - las rocas en cuestión están cubiertas concordantemente por sedimentos - del Paleoceno.

Edad y Correlación:

Por su contenido faunístico y posición estratigráfica se le asigna una edad Campaniano - Maestrichtiano.

Fósiles:

Globotruncana conica.

Globotruncana contusa.

Globotruncana Sp.

Globotruncana ventricosa.

Gumbelina globosa.

Planulina dayi.

Steinsiona pomerana.

Clavulinoides trilaterata.

La Formación Méndez del frente de la Sierra Madre, cambia de facies hacia el Poniente a una facies litoral, representada por la Formación Cárdenas. Es correlacionable con la formación del mismo nombre - aflorante en la planicie costera del golfo y con la Formación Mezcala - del Centro de México.

Sedimentología:

Sedimentos depositados en mares abiertos, de profundidades -- considerables.

Cenozóico: (Terciario - Cuaternario).

Formación Conglomerado Reynosa (Plioceno - Pleistoceno).

Fue definido por primera vez en la región de Sabinas, Nuevo - León, como una roca clástica formada por gravas y guijeros de calices - generalmente de formaciones del Cretácico Inferior (Tamaulipas o Abra).

Dicho conglomerado está formado por dos miembros; uno superior y otro inferior, constituidos de la siguiente manera:

El miembro superior es compacto formado por un conglomerado con cementante calichoso; los clastos se caracterizan por tener buena redondez y buena esfericidad aunque por lo general no presenta buena clasificación, ya que la granulometría varía de gravillas de 1/2 cm a guijarros de 8 a 10 cm de diámetro. Este miembro se encuentra sobreyaciendo concordantemente al miembro inferior.

El miembro inferior es deleznable y está constituido por aluviones sin consolidar. Ambos miembros tienen un espesor que varía desde 5 hasta 40 m, habiéndose formado a partir de una llanura de inundación.

Esta formación se encuentra en la mayor parte de la Llanura Costera del Golfo, desde el Río Bravo en el Norte, hasta Tampico en el Sur.

Cuaternario:

a).- Travertino.- Esta roca es la que constituye el Cerro Prieto, formado por manantiales que depositaron el travertino, el cual al acumularse a través de los años dió origen al promontorio que constituye el Cerro Prieto.

b).- Aluviones.- Con este nombre se designa a la cubierta sedimentaria formada recientemente por la erosión fluvial y eólica; la cual consiste de materiales fragmentarios en forma de guijarros, cantos rodados

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

REFERENCIA				MARGEN DEL ANTIGUO GULFO DE MEXICO. (1)	NW DE LA PLATAFORMA VALLES, S.L.P. (2)	ARAMBERRI LAS JOYAS AMARO, N.L. (3)	AREA DE ESTUDIOS (4)
ERA		SERIE	PISO EUROPEO	FORMACION	FORMACION	FORMACION	FORMACION
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE				ALUVION	ALUVION
		PLEISTOCENO					TRAVERTINO
		PLIOCENO					REYNOSA
	MIOCENO						
	OLIGOCENO						
	EOCENO						
TERCIARIO	PALEOCENO	GRUPO CHICONTEPEC			LOB ANGELES		
CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHIANO	MENDEZ	MENDEZ	CARDENAS	MENDEZ	MENDEZ
		CAMPANIANO					
		SANTONIANO					
		CONIACIANO					
		TURONIANO					
	MEDIO	CENOMANIANO	EL ABRA	CUESTA DEL CURA	CUESTA DEL CURA	CUESTA DEL CURA	
		ALBIANO	(PREARRE-CIPALL)				
	INFERIOR	APTIANO	TAMAULIPAS SUPERIOR	TAMAULIPAS SUPERIOR	TAMAULIPAS SUPERIOR	TAMAULIPAS SUPERIOR	
		NECOMIANO	OTATES	OTATES	LA PEÑA		
			BARREMIANO	TAMAULIPAS INFERIOR	TAMAULIPAS INFERIOR	CUPIDO	
			HAUTERVIANO				
			VALANGINIANO			TARAISES	
			BERRIASIANO			TARAISES	
	SUPERIOR	TITHONIANO	PIMIENTA	LA CASITA	LA CASITA		
		PORTLANDIANO	TAMAN	OLVIDO	OLVIDO		
		KIMMERIDGIANO			XULÓAGA		
		OXFORDIANO					
		CALLOVIANO	TEPEXIC				
	MEDIO	BATONIANO	CAHUASAS				
BAJOCIANO							
INFERIOR	TOARCIANO	HUAYACOCOTLA					
	PLIENSBAQUIANO						
	SINEMURIANO						
	HETTANGIANO						
SUPERIOR		HUIZACHAL			HUIZACHAL		
	MEDIO					?	
						?	
INFERIOR			?				
			?				
			?				
PALEOZOICO	PERM.	GUACAMAYA		ARAMBERRI			
	PENNS.	DEL MONTE					
	MISS.	V GUERRERO					
	DEV.	LA TERBA					
	SIL.	CABALLEROS					
	ORD.	VICTORIA					
	CAMB.	LA PRESA					
PRECAMBRIICO	PRECAMBRIICO	GNEIS, GRANITO, ESQUISTOS					



EROSION O NO DEPOSITO



SE DESCONOCE POR AUSENCIA DE AFLORAMIENTO

- 1.- CARRILLO BRAVO (1971)
- 2.- CARRILLO BRAVO (1971)
- 3.- GEOCA, S.A. (1977)
- 4.- S.A.R.H. (1980)

dos, gravas, arenas, limos y arcillas, todos ellos provenientes de las rocas sedimentarias existentes en el área, las cuales se encuentran relleno de los valles y los cauces de ríos y arroyos.

2.- GEOLOGIA HISTORICA:

Al iniciarse el Cretácico Superior en el Turoniano, hubo una sedimentación normal con pequeñas oscilaciones del mar y marcado depósito de sedimentos volcánicos, pues la litología se compone de calizas, calizas arcillosas, lutitas y bentonita. Estas intercalaciones permiten inferir, que la columna se efectuó en un mar transgresivo de constantes movimientos verticales en un ambiente de nerítico profundo, con circulación restringida y, en algunos sitios, condiciones reductoras.

Fue en este tiempo, cuando se depositó la Formación Agua Nueva.

En el Coniaciano y Santoniano, prevalecieron las condiciones de ambiente nerítico profundo, en donde se depositaron calizas y calizas arcillosas. Hacia el Santoniano, una ligera inmersión produjo un aumento en la depositación de los carbonatos, una menor circulación de las aguas y una ligera disminución en el contenido de material orgánico asimismo, nuevos eventos volcánicos provocaron el depósito de bentonita

Los sedimentos mencionados, constituyeron a la Formación San-Felipe.

Para fines del Cretácico, durante el Campaniano - Maestrichtiano ocurrió el depósito de la Formación Méndez, constituido por calizas arcillosas y lutitas calcáreas, con aumento sensible de arcillas hacia la cima de la unidad provocado por una disminución en la profundidad. Esta emersión fue ocasionada por efectos de la Revolución Laramide iniciada a fines del Maestrichtiano y principios del Paleoceno.

Durante el Cenozóico (Paleoceno), la emersión prevalece hasta proporcionar tierras positivas, la discordancia angular entre el Cretácico y el Terciario observada en el flanco occidental de la Sierra de Tamaulipas (Guel, 1974), confirma el levantamiento. En el Eoceno temprano, movimientos suaves permitieron el levantamiento del Arco de Tamaulipas (Illing Accos. 1972).

En el Oligoceno Medio, un importante plegamiento dió como resultado la formación de los pliegues mayores en el mencionado Arco. En estas series se desarrollaron las Formaciones Velasco, Aragón, Guayabal Chapopote, Palma Real, Alazán y Mesón, suponiéndose que en el área de estudio, se encontraban sobreyaciendo a la Formación Méndez y que en el Mioceno Temprano a causa de una actividad tectónica, fueron plegadas, fracturadas y erosionadas, presentándose durante el Pleistoceno gran aporte de sedimentos clásticos gruesos derivados de dichas formaciones, las cuales se depositaron en la mayor parte de la llamada Llanura Costera del Golfo, formando depósitos aluviales los cuales originaron a la formación Reynosa.

De estas últimas edades a nuestros días, la Planicie Costera Oriental, continúa en un período de emersión, cuya evidencia es posible encontrarla en los depósitos Cuaternarios distribuidos a lo largo de toda la costa.

b).- Locales:

1.- Geología de la Boquilla y Puertos:

La boquilla del Proyecto de Presa "Cerro Prieto", ha sido labrada por el Río Pabillo en una alternancia de calizas arcillosas pertenecientes a la Formación San Felipe, de edad Coniaciano - Santoniano, de color gris verde, que intemperizan a color anaranjado, en capas de espesor delgado con intercalaciones de bentonita de color verde y algunas calizas silicificadas de color blanco.

La zona de la boquilla está influenciada por una falla perpendicular al río, la cual coincide con el eje inicial, motivo por el cual se optó por estudiar un eje curvo localizado 90 m aguas arriba del citado anteriormente.

En la zona del cauce, cuya amplitud es de 185.00 m; la Formación San Felipe se encuentra cubierta discordantemente por material aluvial con un espesor máximo de 13.00 m, consistente en boleas, gravas, arenas, limos y arcillas provenientes de la erosión de rocas calcáreas y arcillosas principalmente.

Puerto No. 1.-

Este puerto es continuación de la boquilla en su margen derecha, comenzando en el cadenamamiento 1+498 y terminando en el 2+600, que es donde comienza el siguiente puerto que es el número dos.

Litológicamente, el puerto número uno está constituido por calizas arcillosas de la Formación San Felipe del Coniaciano - Santoniano encontrándoseles alteradas superficialmente.

Puerto No. 2.-

Este puerto también es continuación del puerto número uno y comienza en el cadenamamiento 2+500 para terminar aproximadamente en el cadenamamiento 3+212, empotrando en el Cerro Prieto.

Este puerto también se encuentra constituido por las calizas arcillosas de la Formación San Felipe; en su margen derecha éste puerto se encuentra empotrado en calizas Continentales, las cuales dieron origen a la elevación conocida como Cerro Prieto.

Puerto No. 3.-

Este puerto empotra en su margen izquierda en el Cerro Prieto y se encuentra constituido por lutitas calcáreas pertenecientes a la Formación Méndez del Campaniano - Maestrichtiano; en la margen derecha, las lutitas calcáreas se encuentran cubiertas discordantemente por remanentes de erosión del Conglomerado Reynosa.

Puertos 4 y 5.-

Estos puertos se encuentran unidos en su margen derecha e izquierda respectivamente, encontrándose constituidos por lutitas calcáreas de la Formación Méndez; estas lutitas se encuentran cubiertas a su vez por un conglomerado calcáreo, gravas y arenas pertenecientes a la Formación Reynosa, con un espesor máximo de 9.80 m y mínimo de 2.20 m.

Puerto No. 6.-

Este puerto se localiza en las cercanías del Ejido "El Popote", al SW de la boquilla, encontrándose constituido por lutitas calcáreas pertenecientes a la Formación Méndez; a su vez éstas lutitas se encuentran cubiertas por remanentes de erosión del Conglomerado Reynosa - del Plioceno - Pleistoceno, el cual también se encuentra cubierto en su mayor parte por suelo vegetal con un espesor máximo de 2.50 m.

Puerto Margen Izquierda.-

Este es el único puerto que se localiza en esta margen y se encuentra constituido por alternancias de calizas y calizas arcillosas de la Formación San Felipe del Coniaciano - Santoniano, con un rumbo general de NW 10° SE, con plegamientos muy suaves, estando cubiertos por suelo en ambas márgenes.

2.- Geología del Vaso de Almacenamiento:

El vaso de almacenamiento del Proyecto de Presa "Cerro Prie--

to", se encuentra constituido por calizas arcillosas con intercalaciones de lutitas y lutitas bentoníticas, pertenecientes a la Formación San Felipe de edad Coniaciano - Santoniano, sobreyaciendo concordantemente a ésta se encuentra la Formación Méndez de edad Campaniano - Maestrichtiano, constituida por lutitas y margas de color gris y gris verdoso en estratos delgados, sin embargo no es frecuente observar ésta secuencia, ya que la Formación Méndez se encuentra erosionada en algunos sitios desapareciendo por completo.

En las partes topográficamente más altas, se encuentran remanentes de erosión de la Formación Reynosa, de edad Plioceno - Pleistoceno, constituida por conglomerados de caliza, gravas y arenas, las cuales sobreyacen discordantemente a la Formación Méndez.

Presentándose además, en zonas muy localizadas como el Cerro Prieto, calizas evaporíticas de origen Continental, de edad tentativa Terciario Superior. En las partes formadas por el cauce del Río Pabillito y sus afluentes, las rocas descritas anteriormente se encuentran cubiertas por aluviones formados por cantos rodados, gravas, arenas y limos.

VI.- GEOTECNIA:

1.- Programa de Exploraciones:

Con el fin de conocer las condiciones físicas, litológicas y de permeabilidad en el subsuelo, se efectuaron perforaciones con --

máquina rotaria extrayéndose núcleos tanto en el eje de la boquilla pro-
puesto, el eje modificado y los siete puertos localizados en el vaso de
almacenamiento, realizando además, pruebas de permeabilidad, quedando -
la distribución de las exploraciones de la siguiente manera:

<u>Ubicación:</u>	<u>No. de Exploraciones:</u>	<u>Nomenclatura:</u>
Eje propuesto	Cinco	De la LVII A LA LXI
Eje modificado	Diez	De la LXII a la LXXI
Puerto No. 1	Tres	De la LXXII a la LXXIV
Puerto No. 2	Tres	De la LXXV a la LXXVII
Puerto No. 3	Cuatro	De la LXXVIII a la LXXXVII
Puerto No. 4	Cuatro	De la LXXXVIII a la XCI
Puerto No. 5	Tres	De la XCII a la XCIV
Puerto No. 6	Seis	De la XCV a la C
Puerto Margen Izquierda	Cinco	De la CI a la CV

NOTA: La nomenclatura de las exploraciones se continuó de los traba-
jos realizados anteriormente y mencionados en los anteceden--
tes del presente trabajo.

2.- Resultados de las Exploraciones:

a).- Eje propuesto.-

Exp. LVII(i)45⁰; Cad. 0+280 Elev. 255.50 m; Prof. Total: 35.00 m.

Prof. en metros. Descripción:

0.00 - 0.60 Suelo.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.60 - 20.00	Caliza arcillosa muy fracturada con alter--nancias de lutitas (Formación San Felipe).
20.00 - 30.00	Caliza arcillosa fracturada con alternancia de lutitas (Formación San Felipe).
30.00 - 35.00	Caliza arcillosa sana con alternancias de -lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración hubo pérdida parcial de 15.00 a 20.00 m, - el nivel del espejo del agua se abatió hasta 4.69 m, se además hasta los 16.20 m, se cementó de 15.00 a 31.00 m, se obtuvo un promedio de recupereación de 47.38 %, en una longitud de 16.30 m y un I.C.R. de 13.40 %, - en una longitud de 4.61 m.

Exp. LVIII (v); Cad. 0+300 Elev. 250.00 m; Prof. Total: 30.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 2.50	Suelo limoso.
2.50 - 5.00	Grava.
5.00 - 11.50	Caliza arcillosa muy fracturada con al--ternancias de lutitas (Formación San Fe--lipo).
11.50 - 30.00	Caliza arcillosa fracturada con alternan--cias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida de agua de perforación, - no se registró nivel de agua, se además hasta los 5.00 m, se cementó de-

5.00 a 20.00 m, obteniéndose un promedio de recuperación de 66.76 %, -- en una longitud de 16.69 m y un I.C.R. de 26.60 %, en una longitud de - 6.65 m.

Exp. LIX (v); Cad. 0+345 Elev. 250.50 m; Prof. Total: 21.50 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 10.10	Grava.
10.10 - 12.50	Caliza arcillosa muy fracturada con alter--nancias de lutitas (Formación San Felipe).
12.50 - 21.50	Caliza arcillosa fracturada con alternan--cias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida del agua de enjuague, el nivel del espejo del agua de prueba se abatió hasta 1.20 m, se además -- hasta los 10.48 m, se cementó de 10.00 a 19.00 m, se obtuvo un promedio de recuperación de 69.21 %, en una longitud de 7.89 m, con un I.C.R. de 28.77 %, en una longitud de 3.28 m.

Exp. LX (v); Cad. 0+432 Elev. 252.00 m; Prof. Total: 34.40 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 9.35	Grava.
9.35 - 14.50	Caliza arcillosa muy fracturada con alter--nancias de lutitas (Formación San Felipe).
14.50 - 18.15	Caliza arcillosa fracturada con alternan--cias de lutitas (Formación San Felipe).

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
18.15 - 34.40	Caliza arcillosa sana con alternancia de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida del agua de enjuague, el nivel del agua de prueba se mantuvo a los 0.00 m, se además hasta los 9.35 m, cementándose de 9.35 a 14.40 m, obteniéndose un promedio de recuperación de 75.64 %, en una longitud de 18.95 m y un I.C.R. de 53.05 %, en una longitud de 13.29 m.

<u>Exp. LXI (v);</u> Cad. 0+485	Elev. 255.00 m; Prof. Total: 35.00 m.
<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 14.00	Caliza arcillosa intensamente fracturada con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).
14.00 - 22.00	Caliza arcillosa muy fracturada con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).
22.00 - 27.00	Caliza arcillosa fracturada con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).
27.00 - 35.00	Caliza arcillosa sana con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida de agua de enjuague, el nivel del espejo del agua de prueba se abatió hasta los 4.10 m, se además hasta los 15.00 m, se cementó de 15.00 a 25.00 m, se obtuvo un promedio de recuperación de 52.11 %, en una longitud de 18.24 m y un I.C.R.-

de 31.45 %, en una longitud de 11.01 m.

b).- Eje Modificado:

Exp. LXII (v); Cad. 0-065 30.00 m aguas arriba Elev. 280.50 m;
Prof. Total: 30.40 m

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 1.60	Caliza arcillosa muy fracturada con alter--nancias de lutitas (Formación San Felipe).
1.60 - 5.00	Caliza arcillosa fracturada con alternancia de lutitas (Formación San Felipe).
5.00 - 25.00	Caliza arcillosa poco fracturada con alter--nancia de lutitas (Formación San Felipe).
25.00 - 30.40	Caliza arcillosa sana con alternancias de -lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida de agua de enjuague, el nivel del espejo de agua se abatió hasta los 16.15 m, no se además, se cementó de 0.00 a 5.00 m, obteniéndose como promedio de recuperación de muestra 86.54 %, en una longitud de 26.31 m, y un I.C.R. de 42.10 %, en una longitud de 12.80 m.

Exp. LXIII (v); Cad. 0+065 50.00 m aguas arriba Elev. 275.00 m;
Prof. Total: 30.20 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 1.50	Caliza arcillosa muy fracturada con alter--nancia de lutitas (Formación San Felipe).

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
1.50 - 7.00	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cia de lutitas (Formación San Felipe).
7.00 - 18.80	Caliza arcillosa poco fracturada con alter- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
18.80 - 23.90	Caliza arcillosa muy fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
23.90 - 28.90	Caliza arcillosa poco fracturada con alter- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
28.90 - 30.20	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración hubo pérdida total de agua de 22.00 a ---
23.90 m, el nivel del espejo del agua de prueba se abatió hasta los - -
14.65 m, se además hasta los 2.10 m y se cementó de 2.30 a 23.90 m, se -
obtuvo un promedio de recuperación de muestra de 80.46 %, con una longi-
tud de 24.30 m y un I.C.R. de 39.13 %, con una longitud de 11.82 m.

Exp. LXIV (v): Cad. 0+245 65.00 m aguas arriba Elev. 261.00 m;
Prof. Total: 30.55 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 0.75	Suelo limoso.
0.75 - 6.50	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cia de lutitas (Formación San Felipe).
6.50 - 16.50	Caliza arcillosa poco fracturada con alter- nancia de lutitas (Formación San Felipe).

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
16.50 - 22.00	Caliza arcillosa fracturada con alternancia de lutitas (Formación San Felipe).
22.00 - 30.55	Caliza arcillosa poco fracturada con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración hubo pérdida total de agua de 5.00 a -- 6.50 m, el nivel del agua de prueba se abatió hasta los 3.64 m, se además hasta los 2.25 m, se cementó de 4.50 a 7.00 m y de 12.35 a 16.20 m, se obtuvo un promedio de recuperación de 73.88 %, en una longitud de -- 21.98 m y un I.C.R. de 36.16 %, en una longitud de 10.76 m.

Exp. LXV (v); Cad. 0+290 70.00 m aguas arriba Elev. 255.50 m ;
Prof. Total: 35.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 2.50	Suelo limoso.
2.50 - 4.00	Caliza arcillosa muy fracturada con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).
4.00 - 14.00	Caliza arcillosa poco fracturada con <u>alter</u> nancias de lutitas (Formación San Felipe).
14.00 - 23.00	Caliza arcillosa sana con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).
23.00 - 32.50	Caliza arcillosa fracturada con alternan---cias de lutitas (Formación San Felipe).
32.50 - 35.00	Caliza arcillosa poco fracturada con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida parcial ni total, no se obtuvo el nivel del agua de prueba, se además hasta los 5.00 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 75.87 %, en una longitud de 24.66 m y un I.C.R. de 30.27 %, en una longitud de 9.84 m.

Exp. LXVI (v); Cad. 0+345 80.00 m aguas arriba Elev. 250.00 m;
Prof. Total: 30.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 10.00	Grava.
10.00 - 13.00	Caliza arcillosa muy fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe)
13.00 - 22.00	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cias de lutitas (Formación San Felipe).
22.00 - 30.00	Caliza arcillosa muy fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no se obtuvo pérdida parcial ni total, el nivel del espejo de agua se abatió hasta 1.80 m, se además hasta los - 10.48 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 68.25-%, en una longitud de 13.65 m, el I.C.R. fue de 37.10 %, en una longitud de 7.42 m.

Exp. LXVII (v); Cad. 0+440 85.00 m aguas arriba Elev. 250.75 m;
Prof. Total: 31.60 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 11.60	Grava.
11.60 - 17.75	Caliza arcillosa muy fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
17.75 - 20.75	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cias de lutitas (Formación San Felipe).
20.75 - 23.00	Caliza arcillosa muy fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
23.00 - 31.60	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida parcial ni total, el ni--
vel del espejo de agua se abatió hasta 0.70 m, se además hasta los - ---
11.60 m, se cementó de 11.60 a 21.60 m, se obtuvo un promedio de recupe
ración de 56.45 %, en una longitud de 11.29 m y un I.C.R. de 40.35 %, -
en una longitud de 8.07 m.

Exp. LXVIII (v); Cad. 0+550 90.00 m aguas arriba Elev. 262.00 m;
Prof. Total: 35.20 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 1.25	Caliza arcillosa alterada con alternancias- de lutitas (Formación San Felipe).
1.25 - 5.50	Caliza arcillosa fracturada con alternen--- cias de lutitas (Formación San Felipe).
5.50 - 13.50	Caliza arcillosa muy fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe).

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
13.50 - 15.00	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cias de lutitas (Formación San Felipe).
15.00 - 26.00	Caliza arcillosa muy fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
26.00 - 35.20	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida parcial de agua, la pérdi
da total fue de 5.00 a 7.55 m, de 10.00 a 13.25 m, de 15.00 a 18.40 m, -
de 20.00 a 23.30 m y de 25.00 a 27.45 m, no se obtuvo el nivel del espe
jo del agua, no se además, se cementó de 0.00 a 30.00 m, se obtuvo un --
promedio de recuperación de 70.85 %, en una longitud de 24.94 m y un --
I.C.R. de 41.56 %, en una longitud de 14.63 m.

Exp. LXIX (v): Cad. 0+645 80.00 m aguas arriba Elev. 268.50 m;
Prof. Total: 35.80 m;

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 0.80	Suelo limoso.
0.80 - 20.00	Caliza arcillosa fracturada con alternan--- cias de lutitas (Formación San Felipe).
20.00 - 35.80	Caliza arcillosa sana, con alternancias de-- lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no se tuvo pérdida parcial ni total de --
agua, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además a 1.50 m, se-

cementó de 1.50 a 30.00 m, se obtuvo una recuperación promedio de --- 97.51 %, en una longitud de 34.13 m y un I.C.R. de 54.91 %, en una longitud de 19.22 m.

Exp. LXX (v); Cad. 0+780 60.00 m aguas arriba Elev. 275.50 m;
Prof. Total: 30.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 1.80	Caliza arcillosa muy alterada (Formación -- San Felipe).
1.80 - 5.78	Caliza arcillosa muy fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
5.78 - 13.00	Caliza arcillosa poco fracturada con alter-- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
13.00 - 30.00	Caliza arcillosa, sana, con alternancias -- de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de perforación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 5.00 m, se ce mentó de 5.00 a 15.00 m, se obtuvo una recuperación promedio de 75.80 % con una longitud de 22.74 m y un I.C.R. de 21.30 %, en una longitud de 6.39 m.

‡
Exp. LXXI (v); Cad. 1+035 Elev. 286.00 m; Prof. Total: 30.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 5.00	Caliza arcillosa poco alterada y poco --- fracturada con alternancias de lutitas --

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
	(Formación San Felipe).
5.00 - 13.05	Caliza arcillosa fracturada con alternan-- cias de lutitas (Formación San Felipe).
13.05 - 22.00	Caliza arcillosa poco fracturada con alter- nancias de lutitas (Formación San Felipe).
22.00 - 30.00	Caliza arcillosa sana con alternancias de - lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida parcial ni total de agua, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 3.00 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 85.83 %, en una longi-
tud de 25.75 m y un I.C.R. de 26.20 %, en una longitud de 7.86 m.

c).- Puertos:

Puerto No. 1.-

<u>Exp. LXXII (v);</u>	Cad. 1+480	Elev. 276.00 m;	Prof. Total: 30.10 m.
<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>		
0.00 - 0.70	Suelo.		
0.70 - 14.00	Caliza arcillosa fracturada con alternan- cias de lutitas (Formación San Felipe).		
14.00 - 23.00	Caliza arcillosa muy fracturada con al- ternancias de lutitas (Formación San Fe- lipo).		

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
23.00 - 30.10	Caliza arcillosa sana con alternancias de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración no hubo pérdida parcial de agua, hubo --- pérdida total de 15.00 a 17.70 m y de 20.00 a 23.00 m, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, no se además, se cementó de 0.00 a 25.00 m, - se obtuvo una recuperación promedio de 87.27 %, en una longitud de - -- 25.66 m y un I.C.R. de 68.02 %, en una longitud de 20.00 m.

Exp. LXXIII (v); Cad. 1+675 Elev. 268.00 m; Prof. Total: 30.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 5.00	Caliza arcillosa fracturada con alter--nancias de lutitas (Formación San Felipe).
5.00 - 25.00	Caliza arcillosa poco fracturada con al--ternancias de lutitas (Formación San -- Felipe).
25.00 - 30.00	Caliza arcillosa sana con alternancias--de lutitas (Formación San Felipe).

En esta exploración se obtuvo una pérdida parcial de agua de- 10.00 a 13.10 m, una pérdida total de 5.00 a 8.50 m y de 13.10 a - --- 14.65 m, el nivel del espejo de agua fue de 6.37 m, no se además, se ce- mentó de 0.00 a 20.00 m, se obtuvo una recuperación de 83.20 %, en una-

longitud de 24.96 m, un I.C.R. de 46.06 %, en una longitud de 13.82 m.

<u>Exp. LXXIV (v);</u>	Cad. 1+900	Elev. 270.50 m	Prof. Total: 25.00 m.
<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>		
0.00 - 5.00	Calizas arcillosas muy fracturadas y lutitas calcáreas (Formación San Felipe).		
5.00 - 15.00	Calizas arcillosas poco fracturadas y lutitas calcáreas (Formación San Felipe).		
15.00 - 25.00	Calizas arcillosas sanas y lutitas calcáreas (Formación San Felipe).		

En esta exploración no se tuvo pérdida parcial ni total de -- agua, el nivel del espejo del agua fue de 8.76 m, no se además, se cemen--
tó de 0.00 a 10.00 m, se obtuvo un promedio de recuperación de 84.76 %, en una longitud de 21.19 m y un I.C.R. de 44.60 %, en una longitud de --
11.15 m.

Puerto No. 2.-

<u>Exp. LXXV (v);</u>	Cad. 2+597	Elev. 277.00 m;	Prof. Total: 25.00 m.
<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>		
0.00 - 7.00	Caliza arcillosa muy fracturada y lutitas calcáreas (Formación San Felipe).		
7.00 - 25.00	Caliza arcillosa sana y lutitas calcáreas (Formación San Felipe).		

En esta exploración no se tuvo pérdida parcial ni total de agua, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 3.00 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 80.64 %, en una longitud de 20.16 m y un I.C.R. de 36.08 %, en una longitud de 9.02 m.

Exp. LXXVI (v); Cad. 2+824 Elev. 269.50 m; Prof. Total: 20.00 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 8.50

Caliza arcillosa muy fracturada y lutitas calcáreas (Formación San Felipe).

8.50 - 20.00

Caliza arcillosa fracturada y lutitas calcáreas (Formación San Felipe).

En esta exploración no se obtuvieron pérdidas del agua de perforación, no se tuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 5.00 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 70.00 %, en una longitud de 14.00 m y un I.C.R. de 30.40 %, en una longitud de 6.08 m.

Exp. LXXVII (v); Cad. 2+926 Elev. 283.00 m; Prof. Total: 25.00 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 13.00

Lutitas calcáreas muy fracturadas (Formación Méndez).

13.00 - 20.00

Lutitas calcáreas fracturadas (Formación Méndez).

20.00 - 25.00

Lutitas calcáreas sanas (Formación Méndez).

En esta exploración no se tuvieron pérdidas del agua de perforación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 3.50 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 65.28 % en una longitud de 16.32 m, y un I.C.R. de 22.08 %, en una longitud de 5.52 m.

Puerto No. 3.-

<u>Exp. LXXVIII (v);</u>	<u>Cad. 0+035</u>	<u>Elev. 291.50 m;</u>	<u>Prof. Total: 25.00 m</u>
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 14.50		Travertino poco fracturado.	
14.50 - 20.00		Lutitas calcáreas fracturadas (Formación Méndez).	
20.00 - 25.00		Lutitas calcáreas sanas (Formación Méndez).	

En esta exploración se tuvo una pérdida parcial de 5.45 a 6.20 m y de 10.00 a 11.45 m, una pérdida total de 8.55 a 9.80 m y de 11.45 a 12.00 m, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, no se además se cementó de 0.00 a 20.00 m, se obtuvo un promedio de recuperación de 57.28 %, en una longitud de 14.32 m y un I.C.R. de 33.88 %, en una longitud de 8.47 m.

<u>Exp. LXXIX (v);</u>	<u>Cad. 0+260</u>	<u>Elev. 272.00 m;</u>	<u>Prof. Total: 25.00 m.</u>
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 1.00		Suelo limoso.	

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
1.00 - 10.00	Lutitas muy fracturadas (Formación Méndez).
10.00 - 25.00	Lutitas fracturadas (Formación Méndez).

En esta exploración no se obtuvo pérdida parcial ni total de agua, no se obtuvo la profundidad del espejo del agua, se además hasta 10.00 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 78.37%, en una longitud de 18.81 m y un I.C.R. de 52.66 %, en una longitud de 12.64 m.

<u>Exp. LXXX (v);</u>	Cad. 0+490	Elev. 278.00 m; Prof. Total: 25.40 m.
<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>	
0.00 - 5.60	Conglomerado alterado (Formación Reynosa)	
5.60 - 15.00	Lutitas calcáreas poco fracturadas (Formación Méndez).	
15.00 - 25.40	Lutitas calcáreas sanas (Formación Méndez).	

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de perforación, el nivel del espejo del agua se abatíó hasta 2.37 m, se además hasta 5.65 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 71.18 %, en una longitud de 18.08 m y un I.C.R. de 45.90 %, en una longitud de 11.66 m.

Exp. LXXXI (v); Cad. 0+630 Elev. 281.00 m; Prof. Total: 25.00 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 7.20

Conglomerado alterado y fracturado (Formación Reynosa).

7.20 - 13.00

Lutitas muy alteradas y fracturadas (Formación Méndez).

13.00 - 25.00

Lutitas fracturadas (Formación Méndez).

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de perforación, el nivel del espejo del agua se abatió hasta 13.67 m, se además hasta 9.10 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 39.32 %, en una longitud de 9.88 m y un I.C.R. de 15.92 m, en una longitud de 3.98 m.

Exp. LXXXII (v); Cad. 0+015 Elev. 295.00 m; Prof. Total: 30.40 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 1.00

Depósito de talud.

1.00 - 3.00

Conglomerado (Formación Reynosa), muy alterado, poco fracturado.

3.00 - 5.00

Travertino de color crema, muy fracturado.

5.00 - 19.00

Travertino fracturado.

19.00 - 22.70

Travertino muy fracturado.

22.70 - 30.40

Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, poco fracturadas.

En esta exploración no hubo pérdida del agua de barrenación, el nivel del agua se abatió hasta 21.30 m, se además hasta 25.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 82.30 %, en una longitud de 24.22 m y un I.C.R. de 56.32 %, en una longitud de 16.56 m.

Exp. LXXXIII (v); Cad. 0+150 Elev. 272.50 m; Prof. Total: 25.40 m

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 1.00

Suelo.

1.00 - 6.00

Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, muy fracturadas.

6.00 - 25.40

Lutitas calcáreas (Formación Méndez), fracturadas.

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de barrenación, el nivel del espejo del agua se obtuvo hasta 9.07 m, se además hasta 10.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 83.31 %, en una longitud de 20.00 m y un I.C.R. de 60.66 %, en una longitud de 14.62 m.

Exp. LXXXIV (v); Cad. 0+400 Elev. 272.50 m; Prof. Total: 25.00 m.

Prof. en metros.

Descripción

0.00 - 0.50

Suelo.

0.50 - 4.00

Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, intensamente fracturadas, poco alteradas.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
4.00 - 8.00	Lutitas calcáreas, muy fracturadas.
8.00 - 11.00	Lutitas calcáreas, intensamente fracturadas
11.00 - 13.75	Lutitas (Formación Méndez), fracturadas.
13.75 - 18.70	Lutitas calcáreas, muy fracturadas, alteradas.
18.70 - 21.00	Lutitas intensamente fracturadas.
21.00 - 25.00	Lutitas calcáreas, poco alteradas y poco -- fracturadas.

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de barrenación, el nivel del espejo del agua se abatió hasta 2.75 m, se además hasta ---
10.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de - --
74.65 %, en una longitud de 18.29 m y un I.C.R. de 23.75 %, en una longitud de 5.82 m.

Exp. LXXXV (v); Cad. 0+570 Elev. 279.50 m; Prof. Total: 25.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 0.70	Depósito de talud.
0.70 - 5.60	Conglomerado de la Formación Reynosa, -- fracturado.
5.60 - 25.00	Lutitas calcáreas de la Formación Méndez sanas, poco fracturadas.

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de --
barrenación, el nivel del espejo del agua se abatió hasta 5.60 m, se --

además hasta 10.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 86.13 %, en una longitud de 20.93 m y un I.C.R. de 72.51 %, en una longitud de 17.62 m.

Exp. LXXXVI (v); Cad. 0+720 Elev. 282.00 m; Prof. Total: 25.00 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 2.60

Conglomerado de la Formación Reynosa, - poco alterado y muy fracturado..

2.60 - 25.00

Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, poco fracturadas, sanas.

En esta exploración no hubo pérdida del agua de perforación, - el nivel del espejo del agua se abatió hasta 4.00 m, se además hasta - - 10.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de - -- 84.44 %, en una longitud de 21.11 m y un I.C.R. de 62.60 %, en una longitud de 15.65 m.

Exp. LXXXVII(v); Cad. 0+830 Elev. 287.50 m; Prof. Total: 20.72 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 4.00

Conglomerado (Formación Reynosa), intensamente fracturado.

4.00 - 5.00

Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, intensamente fracturadas, poco alteradas.

5.00 - 20.72

Lutitas de la Formación Méndez, poco -- fracturadas, sanas.

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de barrenación, el nivel del espejo del agua se abatió hasta 13.35 m, se además hasta -- 5.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de - - - 73.02 %, en una longitud de 15.13 m y un I.C.R. de 61.58 %, en una longitud de 12.76 m.

Puerto Nos. 4 y 5.-

Exp.LXXXVIII(v); Cad. 0+100 Elev. 288.40 m; Prof. Total: 17.60 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 0.50

Suelo.

0.50 - 9.00

Conglomerado de la Formación Reynosa, - intensamente fracturado.

9.00 - 10.50

Conglomerado (Formación Reynosa), fracturado.

10.50 - 17.60

Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, fracturada.

En esta exploración no se registraron pérdidas parciales, hubo pérdida total de 5.00 a 10.00 m, no se obtuvo el nivel del espejo -- del agua, se además hasta 5.00 m, se cementó de 5.00 a 10.00 m, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 61.92 %, en una longitud de 10.59 m y un I.C.R. de 35.20 %, en una longitud de 6.02 m.

<u>Exp. LXXXIX(v);</u>	Cad. 0+330	Elev. 286.00 m;	Prof. Total: 15.00 m.
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 1.00		Suelo.	
1.00 - 7.50		Conglomerado de la Formación Reynosa, <u>in</u> tensamente fracturado.	
7.50 - 11.00		Lutitas calcáreas de la Formación Méndez intensamente fracturadas.	
11.00 - 15.00		Lutitas de la Formación Méndez, poco - - fracturadas.	

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 10.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 44.00 %, en una longitud de 6.16 m y un I.C.R. de 16.5 %, en una longitud de 2.31 m.

<u>Exp. XC (v);</u>	Cad. 0+620	Elev. 285.00 m;	Prof. Total: 15.00 m.
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 1.50		Suelo.	
1.50 - 9.40		Conglomerado de la Formación Reynosa, <u>inten</u> samente fracturado, poco alterado.	
9.40 - 10.00		Conglomerado de la Formación Reynosa, poco- alterado.	
10.00 - 15.00		Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, - poco fracturadas.	

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de --

barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 4.90 m, se cementó de 5.00 a 10.00 m, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 60.96 %, en una longitud de 8.23 m y un I.C.R. de 25.85 %, en una longitud de 3.49 m.

Exp. XCI (v): Cad. 0+940 Elev. 285.00 m; Prof. Total: 16.10 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 1.00	Suelo.
1.00 - 3.50	Arena arcillosa.
3.50 - 6.00	Conglomerado de la Formación Reynosa, intensamente fracturado, alterado.
6.00 - 12.50	Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, intensamente fracturadas, poco alteradas.
12.50 - 16.10	Lutitas calcáreas (Formación Méndez), poco fracturadas, sanas.

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de barrenación, el nivel del espejo del agua se abatió hasta 1.20 m, no se además, se cementó de 0.00 a 8.50 m, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 32.39 %, en una longitud de 2.98 m y un I.C.R. de 12.5 %, en una longitud de 1.15 m.

Exp. XCII (v): Cad. 1+180 Elev. 288.40 m; Prof. Total: 19.20 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 4.00	Grava y arena.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
4.00 - 10.00	Arena arcillosa.
10.00 - 16.50	Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, intensamente fracturadas, alteradas.
16.50 - 19.20	Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, - fracturadas.

En esta exploración no hubo pérdida del agua de barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 15.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 32.39 %, en una longitud de 2.98 m y un I.C.R. de 12.5 %, en una longitud de 1.15 m.

Exp. XCIII (v); Cad. 1+370 Elev. 283.60 m; Prof. Total: 16.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 1.00	Suelo.
1.00 - 2.50	Arena arcillosa.
2.50 - 13.60	Lutitas calcáreas de la Formación Méndez intensamente fracturadas.
13.60 - 16.00	Lutitas de la Formación Méndez, poco - - fracturadas.

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de barrenación, el nivel del espejo del agua se abatió hasta 2.50 m, se además hasta --- 10.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de - -- 38.59 %, en una longitud de 5.21 m y un I.C.R. de 22.07 %, en una lon-- gitud de 2.98 m.

<u>Exp. XCIV (v);</u>	<u>Cad. 1+565</u>	<u>Elev. 288.40 m;</u>	<u>Prof. Total: 11.10 m.</u>
<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>		
0.00 - 0.50	Suelo.		
0.50 - 2.50	Arena arcillosa.		
2.50 - 3.30	Lutitas calcáreas (Formación Méndez), intensamente fracturadas.		
3.30 - 11.10	Lutitas de la Formación Méndez, fracturadas.		

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de barreración, el nivel del espejo del agua se abatió hasta 2.05 m, se además hasta 5.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 82.90 %, en una longitud de 7.13 m y un I.C.R. de 46.86 %, en una longitud de 4.03 m.

Puerto No. 6.-

<u>Exp. XCV (v);</u>	<u>Cad. 0+040</u>	<u>Elev. 288.60 m;</u>	<u>Prof. Total: 25.00 m.</u>
<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>		
0.00 - 0.80	Suelo.		
0.80 - 10.00	Lutitas calcáreas de color crema (Formación Méndez), fracturadas.		
10.00 - 12.60	Lutitas (Formación Méndez), muy fracturadas.		
12.60 - 25.00	Lutitas calcáreas (Formación Méndez), poco fracturadas.		

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 15.00 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 96.23 %, en una longitud de 23.29 m y un I.C.R. de 96.23 %, en una longitud de 23.29 m.

Exp. XCVI (v); Cad. 0+300 Elev. 281.60 m; Prof. Total: 25.00 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 0.50	Suelo.
0.50 - 4.00	Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, intensamente fracturadas.
4.00 - 6.00	Lutitas (Formación Méndez), muy fracturadas.
6.00 - 25.00	Lutitas de color gris claro (Formación Méndez), poco fracturadas.

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de perforación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 10.00 m, no se cementó, se obtuvo un promedio de recuperación de 95.95% en una longitud de 23.51 m y un I.C.R. de 75.83 %, en una longitud de 18.58 m.

Exp. XCVII (v); Cad. 0+600 Elev. 277.00 m; Prof. Total: 23.80 m.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
0.00 - 1.00	Suelo.
1.00 - 4.00	Aluvión.

<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>
4.00 - 5.50	Lutitas calcáreas color crema, fracturadas (Formación Méndez).
5.50 - 23.80	Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, - poco fracturadas.

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de -- barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 10.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de -- 98.08 %, en una longitud de 19.42 m y un I.C.R. de 92.87 %, en una longitud de 18.39 m.

<u>Exp. XCVIII (v);</u>	<u>Cad. 1+000</u>	<u>Elev. 280.00 m;</u>	<u>Prof. Total: 22.30 m.</u>
<u>Prof. en metros.</u>	<u>Descripción:</u>		
0.00 - 2.50	Suelo.		
2.50 - 4.50	Lutitas de la Formación Méndez, inten-- samente alteradas.		
4.50 - 10.00	Lutitas calcáreas de la Formación Mén-- dez, muy fracturadas.		
10.00 - 12.40	Lutitas calcáreas de color gris claro - (Formación Méndez), fracturadas.		
12.40 - 22.30	Lutitas (Formación Méndez), poco frac-- turadas.		

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 10.00 m, no -

se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 87.37 %, en una longitud de 17.30 m y un I.C.R. de 73.78 %, en una longitud de 14.61 m.

<u>Exp. XCIX (v);</u>	Cad. 1+350	Elev. 280.50 m;	Prof. Total: 20.60 m.
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 2.50		Suelo.	
2.50 - 10.00		Lutitas de la Formación Méndez, intensamente alteradas.	
10.00 - 12.50		Lutitas (Formación Méndez), intensamente fracturadas.	
12.50 - 20.60		Lutitas calcáreas de color gris claro, -- (Formación Méndez), poco fracturadas.	

En esta exploración no hubo pérdida del agua de barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 15.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 33.81 %, en una longitud de 6.12 m y un I.C.R. de 24.58 %, en una longitud de 4.45 m.

<u>Exp. C (v);</u>	Cad. 1+865	Elev. 288.00 m;	Prof. Total: 20.00 m.
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 2.50		Suelo.	
2.50 - 9.00		Lutitas de la Formación Méndez, intensamente alteradas.	
9.00 - 20.00		Lutitas calcáreas de la Formación Méndez, -- poco fracturadas.	

En esta exploración no hubo pérdidas del agua de barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, se además hasta 15.00 m, no se cementó, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 57.42 %, en una longitud de 10.05 m y un I.C.R. de 43.82 %, en una longitud de 7.67 m.

Puerto Margen Izquierda.-

<u>Exp. CI (v);</u>	<u>Cad. 0+095</u>	<u>Elev. 288.40 m;</u>	<u>Prof. Total: 13.00 m.</u>
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 1.50		Suelo.	
1.50 - 2.30		Caliza arcillosa de la Formación San Felipe intensamente fracturada.	
2.30 - 4.00		Caliza arcillosa (Formación San Felipe), -- muy fracturada.	
4.00 - 7.00		Caliza (Formación San Felipe), fracturada.	
7.00 - 8.50		Caliza (Formación San Felipe), muy fractu-- rada.	
8.50 - 13.00		Caliza arcillosa (Formación San Felipe), po-- co fracturada.	

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de ba-- rrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, no se además, se -- cementó de 0.00 a 5.00 m, se obtuvo un porcentaje de recuperación de -- 87.82 %, en una longitud de 10.00 m y un I.C.R. de 52.95 %, en una lon-- gitud de 6.09 m.

Exp. CII (v); Cad. 0+400 Elev. 283.30 m; Prof. Total: 12.00 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 1.20

Caliza arcillosa de la Formación San Felipe, muy fracturada.

1.20 - 12.00

Caliza de la Formación San Felipe, fracturada.

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, no se además, se cementó de 0.00 a 5.00 m, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 91.66 %, en una longitud de 11.00 m y un I.C.R. de 69.83 %, en una longitud de 8.38 m.

Exp. CIII (v); Cad. 0+600 Elev. 282.00 m; Prof. Total: 11.50 m.

Prof. en metros.

Descripción:

0.00 - 0.50

Suelo.

0.50 - 3.00

Calizas arcillosas de la Formación San Felipe, muy fracturadas.

3.00 - 11.50

Caliza arcillosa de color gris claro (Formación San Felipe), fracturada.

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de barrenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, no se además, se cementó de 0.00 a 5.00 m, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 96.72 %, en una longitud de 10.64 m y un I.C.R. de 61.36 %, en una longitud de 6.75 m.

<u>Exp. CIV (v);</u>	Cad. 0+770	Elev. 283.00 m;	Prof. Total: 10.00 m.
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 0.30		Suelo.	
0.30 - 6.00		Caliza arcillosa de color crema (Formación San Felipe), fracturada.	
6.00 - 8.50		Caliza de la Formación San Felipe, muy fracturada.	
8.50 - 10.00		Caliza de la Formación San Felipe, poco fracturada.	

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de barenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, no se además, se cementó de 0.00 a 5.00 m, se obtuvo un porcentaje de recuperación de 90.30 %, en una longitud de 8.76 m y un I.C.R. de 55.15 %, en una longitud de 5.35 m.

<u>Exp. CV (v);</u>	Cad. 0+905	Elev. 288.40 m;	Prof. Total: 10.00 m.
<u>Prof. en metros.</u>		<u>Descripción:</u>	
0.00 - 0.40		Suelo.	
0.40 - 2.50		Caliza arcillosa (Formación San Felipe), intensamente fracturada.	
2.50 - 10.00		Caliza arcillosa de color crema (Formación San Felipe), muy fracturada.	

En esta exploración no se registraron pérdidas del agua de barenación, no se obtuvo el nivel del espejo del agua, no se además, se -

cementó de 0.00 a 5.00 m, se obtuvo un porcentaje de recuperación de -- 91.66 %, en una longitud de 9.0 m y un I.C.R. de 53.43 %, en una longitud de 5.12 m.

3.- Pruebas de Permeabilidad:

a).- Eje Propuesto.-

Exp. LVII (1) 45⁰. En esta exploración no se realizaron pruebas de permeabilidad.

Exp. LVIII (v).-

En esta exploración se realizaron pruebas Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los cuatro siguientes; obteniéndose los resultados siguientes:

El primer tramo comprendido de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 3.93×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m no se probó.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m se comportó como altamente permeable.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como muy permeable con 34.0 U.L.

El quinto tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como altamente permeable

El sexto y último tramo de 25.00 a 30.00 m, se comportó como altamente permeable con 61.2 U.L.

Exp. LIX (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de tipo Lugeon, iniciándose a partir de 10.00 m.

Los tramos de 0.00 a 5.00 m y de 5.00 a 10.00 m, no se probaron.

El primer tramo comprendido de 10.00 a 15.00 m, se comportó como muy permeable con 34.0 U.L.

El segundo y último tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó permeable hasta los 2.8 kg/cm^2 con 18.00 U.L., y muy permeable a presiones mayores con 38.8 U.L.

Exp. LX (v);

En esta exploración se iniciaron las pruebas de permeabilidad de 9.35 m en adelante, efectuándose pruebas de tipo Lugeon con los siguientes resultados:

El primer tramo comprendido de 9.35 a 14.40 m, se comportó como altamente permeable.

El segundo tramo de 14.40 a 19.40 m, se comportó impermeable hasta 1.00 kg/cm^2 , con 0.0 U.L. y altamente permeable a presiones mayo-

res.

El tercer tramo de 19.40 a 24.40 m, se comportó como altamente permeable con 50.8 U.L.

El cuarto tramo de 24.40 a 29.40 m, se comportó impermeable hasta 1.00 kg/cm^2 , con 0.0 U.L. y permeable a presiones mayores con 12.4 U.L.

El quinto y último tramo de 29.40 a 34.40 m, se comportó como impermeable hasta 1.00 kg/cm^2 , con 0.0 U.L. y poco permeable a presiones mayores con 6.4 U.L.

Exp. LXI (v);

En esta exploración se realizaron pruebas Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los siguientes, habiéndose obtenido los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó permeable con $6.23 \times 10^{-4} \text{ cm/seg.}$

Los seis siguientes tramos comprendidos de 5.00 a 10.00 m, de 10.00 a 15.00 m, de 15.00 a 20.00 m, de 20.00 a 25.00 m, de 25.00 a 30.00 m y de 30.00 a 35.00 m se comportaron como altamente permeables.

b).- Eje Modificado:

Exp. LXII (v);

En esta exploración se realizaron pruebas Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los siguientes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 1.13×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo comprendido de 5.00 a 10.00 m, se comportó como muy permeable hasta 3.6 kg/cm^2 con 25.2 U.L. y altamente permeable a presiones mayores con 62.0 U.L.

El tercer tramo comprendido de 10.00 a 15.00 m, se comportó como permeable hasta los 8.6 kg/cm^2 , con 16.00 U.L. y muy permeable a presiones mayores con 28.4 U.L.

El cuarto tramo comprendido de 15.00 a 20.00 m, se comportó como poco permeable hasta los 3.6 kg/cm^2 , con 7.6 U.L. y muy permeable a presiones mayores con 29.2 U.L.

El quinto tramo comprendido de 20.00 a 25.00 m, se comportó como poco permeable hasta los 3.2 kg/cm^2 , con 3.6 U.L. y permeable a presiones mayores con 22.4 U.L.

El sexto tramo comprendido de 25.00 a 30.00 m, se comportó impermeable hasta los 4.6 kg/cm^2 , con 2.4 U.L. y permeable a presiones mayores con 12.0 U.L.

Exp. LXIII (v);

En esta exploración se realizaron pruebas Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 7.2×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como permeable hasta los 3.6 kg/cm^2 , con 24.8 U.L. y altamente permeable a presiones mayores con 61.4 U.L.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como permeable hasta los 2.2 kg/cm^2 con 15.6 U.L. y muy permeable a presiones mayores con 29.2 U.L.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como poco permeable hasta los 3.6 kg/cm^2 , con 9.2 U.L., y muy permeable a presiones mayores con 25.6 U.L.

El quinto tramo de 25.00 a 30.00 m, se comportó como impermeable hasta los 3.5 kg/cm^2 , con 1.6 U.L., y muy permeable a presiones mayores con 32.4 U.L.

Exp. LXIV (v);

En esta exploración se hicieron pruebas Lefranc en el primer-

tramo y Lugeon en los cinco restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo comprendido de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 5.51×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo de 6.50 a 11.50 m, se comportó como altamente permeable.

El tercer tramo de 11.50 a 16.50 m, se comportó como una zona muy permeable con 25.6 U.L.

El cuarto tramo comprendido de 16.50 a 21.50 m, se comportó como permeable con 17.2 U.L.

El quinto tramo de 21.50 a 26.50 m, se comportó como muy permeable con 26.4 U.L.

El sexto y último tramo comprendido de 26.50 a 30.55 m, se comportó como muy permeable con 36.5 U.L.

Exp. LXV (v);

En esta exploración se realizaron pruebas Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los seis restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermea-

ble con 4.76×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como altamente permeable con 113.6 U.L.

El tercer tramo comprendido de 10.00 a 15.00 m, se comportó como altamente permeable con 110.7 U.L.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como impermeable hasta 2.0 kg/cm^2 , con 0.0 U.L., y altamente permeable a presión mayor con 47.6 U.L.

El quinto tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como altamente permeable.

El sexto tramo de 25.00 a 30.00 m, se comportó como altamente permeable con 59.6 U.L.

El séptimo y último tramo de 30.00 a 35.00 m, se comportó como altamente permeable con 46.4 U.L.

Exp. LXVI (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas tipo Lu-geon, iniciándose a partir de 10.00 m.

Los tramos de 0.00 a 5.00 m y de 5.00 a 10.00 m, no se probaron.

El primer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como muy permeable con 36.0 U.L.

El segundo tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó permeable -- hasta 2.7 kg/cm^2 , con 17.6 U.L., y altamente permeable a presiones mayores con 43.6 U.L.

El tercer tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como permeable hasta los 2.1 kg/cm^2 de presión con 16.0 U.L., y muy permeable a mayor presión con 38.8 U.L.

El cuarto y último tramo de 25.00 a 30.00 m, se comportó como poco permeable hasta una presión de 4.7 kg/cm^2 , con 10.8 U.L. y muy permeable a presiones mayores con 40.0 U.L.

Exp. LXVII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lugeon a partir de 11.60 m, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo comprendido de 11.60 a 16.60 m, se comportó como altamente permeable.

El segundo tramo de 16.60 a 21.60 m, se comportó como altamente permeable.

El tercer tramo de 21.60 a 26.60 m, se comportó como altamen-

te permeable con 133.3 U.L.

El cuarto y último tramo de 26.60 a 31.60 m, se comportó como impermeable hasta una presión de 1.0 kg/cm^2 , con 0.0 U.L. y altamente permeable a presiones mayores con 80.0 U.L.

Exp. LXVIII (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con $2.26 \times 10^{-4} \text{ cm/seg.}$

El segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto tramos comprendidos de 5.00 a 10.00 m, de 10.00 a 15.00 m, de 15.00 a 20.00 m, de 20.00 a 25.00 m y de 25.00 a 30.00 m, respectivamente, se comportaron como altamente permeables.

El séptimo y último tramo de 30.00 a 35.00 m, se comportó como altamente permeable con 54.0 U.L.

Exp. LXIX (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los restantes, obteniéndose -

los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con 1.13×10^{-4} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como altamente permeable con 169.5 U.L.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como altamente permeable con 125.0 U.L.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como muy permeable hasta una presión de 2.6 kg/cm^2 , con 28.4 U.L. y altamente permeable a mayor presión con 50.0 U.L.

El quinto tramo comprendido de 20.00 a 25.00 m, se comportó como altamente permeable con 48.0 U.L.

El sexto y séptimo tramos comprendidos de 25.00 a 30.00 m, y de 30.00 a 35.00 m respectivamente, se comportaron como altamente permeables.

Exp. LXX (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 5.31×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como altamente permeable con 95.0 U.L.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, no se probó.

El cuarto tramo comprendido de 15.00 a 20.00 m, se comportó como altamente permeable con 90.9 U.L.

El quinto tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como permeable hasta 3.2 kg/cm^2 , con 12.0 U.L. y altamente permeable a mayor presión con 58.0 U.L.

El sexto y último tramo de 25.00 a 30.00 m, se comportó como impermeable con 0.0 U.L.

Exp. LXXI (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc en los primeros tres tramos y Lugeon en los tres restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 7.86×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 3.90×10^{-6} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 5.44×10^{-7} cm/seg.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como impermeable hasta 3.6 kg/cm^2 , con 0.0 U.L., y poco permeable a presiones mayores con 9.4 U.L.

El quinto y sexto tramos de 20.00 a 25.00 m, y de 25.00 a 30.00 m respectivamente, se comportaron como impermeables con 0.0 U.L.

c).- Puertos:

Puerto No. 1.-

Exp. LXXII (v);

En esta exploración se realizaron pruebas tipo Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los otros cinco, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como altamente permeable con 2.12×10^{-3} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable hasta 5.2 kg/cm^2 , con 0.0 U.L. y permeable a presiones mayores con 22.8 U.L.

El tercero, cuarto y quinto tramos comprendidos de 10.00 a 15.00 m, de 15.00 a 20.00 m y de 20.00 a 25.00 m, se comportaron como

altamente permeables respectivamente.

El sexto y último tramo de 25.00 a 30.00 m, se comportó como altamente permeable con 100.0 U.L.

Exp. LXXIII (v);

Se realizaron pruebas tipo Lefranc en el primer tramo y Lu---geon en los restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con 1.50×10^{-4} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, no se probó.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, no se probó.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como poco permeable con 4.8 U.L.

El quinto tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como impermeable hasta los 3.1 kg/cm^2 , con 2.0 U.L. y poco permeable a presiones mayores con 7.2 U.L.

El sexto tramo de 25.00 a 30.00 m, se comportó como poco permeable con 5.6 U.L.

Exp. LXXIV (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad ti

po Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 5.52×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco permeable hasta 4.0 kg/cm^2 , con 10.4 U.L. y altamente permeable a presiones mayores con 60.6 U.L.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como poco permeable hasta 3.4 kg/cm^2 , con 4.0 U.L. y permeable a presiones mayores con 23.2 U.L.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como poco permeable con 4.6 U.L.

El quinto tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como impermeable con 2.4 U.L.

Puerto No. 2.-

Exp. LXXV (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc en los dos primeros tramos y Lugeon en los tres restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 1.33×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como zona impermeable.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable hasta 4.6 kg/cm^2 , con 0.0 U.L., y poco permeable a presiones mayores con 5.2 U.L.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como impermeable hasta 5.0 kg/cm^2 , con 0.0 U.L. y poco permeable a presiones mayores con 5.6 U.L.

El quinto y último tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como impermeable con 0.0 U.L.

Exp. LXXVI (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como altamente permeable con 62.5 U.L.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 0.0 U.L.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como impermeable con 0.0 U.L.

Exp. LXXVII (v);

Se realizaron pruebas tipo Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los cuatro restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como zona impermeable.

El segundo, tercero, cuarto y quinto tramos comprendidos de 5.00 a 10.00 m, de 10.00 a 15.00 m, de 15.00 a 20.00 m y de 20.00 a 25.00 m, se comportaron como impermeables con 0.0 U.L. respectivamente.

Puerto No. 3.-

Exp. LXXVIII (v);

Se hicieron pruebas tipo Lefranc en el primer tramo y Lugeon en los cuatro restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con 1.73×10^{-4} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como altamen-

te permeable.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como altamente permeable.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como altamente permeable con 200.0 U.L.

El quinto tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como impermeable hasta 3.0 kg/cm^2 , con 0.0 U.L., y permeable a presiones mayores con 12.4 U.L.

Exp. LXXIX (v);

Se realizaron pruebas tipo Lefranc en el primer tramo y Lu--geon en los cuatro restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con $2.20 \times 10^{-5} \text{ cm/seg.}$

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como altamente permeable con 100.0 U.L.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como muy permeable con 40.0 U.L.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como altamente permeable con 100.0 U.L.

El quinto y último tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como altamente permeable con 200.0 U.L.

Exp. LXXX (v);

Se realizaron pruebas Lefranc en los dos primeros tramos y -- Lugeon en los tres restantes, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermea-- ble con 8.39×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermea-- ble con 3.45×10^{-6} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como muy permeable hasta 2.0 kg/cm^2 , con 34.0 U.L., y altamente permeable a presión mayor con 74.0 U.L.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como permea-- ble hasta 2.0 kg/cm^2 , con 14.4 U.L., y altamente permeable a presiones mayores con 57.1 U.L.

El quinto tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como permea-- ble hasta 2.0 kg/cm^2 , con 18.8 U.L., y altamente permeable a presión ma yor con 48.7 U.L.

Exp. LXXXI (v);

Se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc en los tres primeros tramos y Lugeon en los otros dos, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con 1.57×10^{-4} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco permeable con 1.50×10^{-5} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como poco permeable con 2.38×10^{-5} cm/seg.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como altamente permeable con 100.0 U.L.

El quinto y último tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como altamente permeable con 133.0 U.L.

Exp. LXXXII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El tramo comprendido de 0.00 a 15.00 m, no se probó.

El tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como permeable con -

1.34×10^{-4} cm/seg.

El tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como poco permeable con 4.99×10^{-5} cm/seg.

El último tramo de 25.00 a 30.00 m, se comportó como impermeable con 8.74×10^{-7} cm/seg.

Exp. LXXXIII (v):

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 4.24×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco permeable con 1.51×10^{-5} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 6.17×10^{-7} cm/seg.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como impermeable con 2.55×10^{-7} cm/seg.

El quinto y último tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como impermeable con 0.0×10^{-6} cm/seg.

Exp. LXXXIV (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc únicamente, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 3.55×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 5.82×10^{-6} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 2.99×10^{-6} cm/seg.

El cuarto y quinto tramos comprendidos de 15.00 a 20.00 m y de 20.00 a 25.00 m, se comportaron como impermeables con 0.0×10^{-6} cm/seg., respectivamente.

Exp. LXXXV (v);

En esta exploración se realizaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, de los cuales fueron obtenidos los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 6.61×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco permeable con 3.38×10^{-5} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como poco per

meable con 2.39×10^{-5} cm/seg.

El cuarto tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como impermeable con 3.51×10^{-7} cm/seg.

El quinto y último tramo de 20.00 a 25.00 m, se comportó como impermeable con 0.0×10^{-6} cm/seg.

Exp. LXXXVI (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 6.67×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 3.23×10^{-6} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 8.64×10^{-7} cm/seg.

El cuarto y quinto tramos comprendidos de 15.00 a 20.00 m y de 20.00 a 25.00 m, se comportaron como impermeables con 0.0×10^{-6} cm/seg.

Exp. LXXXVII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 9.85×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco permeable con 2.41×10^{-5} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 2.57×10^{-6} cm/seg.

El cuarto y último tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como impermeable con 6.57×10^{-7} cm/seg.

Puertos Nos. 4 y 5.-

Exp. LXXXVIII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 5.22×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, no se probó.

El tercero y último tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 2.12×10^{-7} cm/seg.

Exp. LXXXIX (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de per-

meabilidad tipo Lefranc, de las cuales fueron obtenidos los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con 6.37×10^{-4} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco permeable con 9.27×10^{-5} cm/seg.

El tercer y último tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 8.03×10^{-6} cm/seg.

Exp. XC (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con 2.87×10^{-4} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco permeable con 1.37×10^{-5} cm/seg.

El tercer y último tramo de 10.00 a 15.00 m, no se probó.

Exp. XCI (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 1.34×10^{-6} cm/seg.

El tramo de 5.00 a 8.50 m, no se probó.

El tramo de 8.50 a 13.50 m, se comportó como impermeable con 2.12×10^{-7} cm/seg.

El tramo de 13.50 a 16.10 m, no se probó.

Exp. XCII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con 1.75×10^{-4} cm/seg.

El segundo y último tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco permeable con 5.31×10^{-5} cm/seg.

Exp. XCIII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable con 1.33×10^{-4} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermea

ble con 5.32×10^{-6} cm/seg.

El tercero y último tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 1.27×10^{-7} cm/seg.

Exp. XCIV (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 2.69×10^{-6} cm/seg.

El segundo y último tramo comprendido de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 1.14×10^{-6} cm/seg.

Puerto No. 6.-

Exp. XCV (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 3.04×10^{-6} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 4.48×10^{-6} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 1.33×10^{-6} cm/seg.

El cuarto y quinto tramos comprendidos de 15.00 a 20.00 m y de 20.00 a 25.00 m, se comportaron como impermeables.

Exp. XCVI (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 1.13×10^{-5} cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 1.82×10^{-6} cm/seg.

El tercero, cuarto y quinto tramos comprendidos de 10.00 a 15.00 m, de 15.00 a 20.00 m y de 20.00 a 25.00 m, se comportaron como impermeables con 0.0×10^{-6} cm/seg.

Exp. XCVII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 3.06×10^{-5} cm/seg.

El segundo, tercero y cuarto tramos comprendidos de 5.00 a --
10.00 m, de 10.00 a 15.00 m y de 15.00 a 20.00 m, se comportaron como --
impermeables con $0.0X10^{-6}$ cm/seg.

Exp. XCVIII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de per--
meabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como permeable--
con $1.22X10^{-4}$ cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como poco per--
meable con $5.16X10^{-5}$ cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como imper---
meable con $5.48X10^{-6}$ cm/seg.

El cuarto y último tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó co--
mo impermeable con $0.0X10^{-6}$ cm/seg.

Exp. XCIX (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de per--
meabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco per--
meable con $8.85X10^{-5}$ cm/seg.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, no se probó.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, se comportó como impermeable con 1.06×10^{-6} cm/seg.

Exp. C (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, no se probó.

El segundo tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 9.89×10^{-6} cm/seg.

El tercer tramo de 10.00 a 15.00 m, no se probó.

El cuarto y último tramo de 15.00 a 20.00 m, se comportó como impermeable con 0.0×10^{-6} cm/seg.

Puerto Margen Izquierda:

Exp. CI (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 1.76×10^{-5} cm/seg.

El segundo y último tramo comprendido de 5.00 a 10.00 m, se--

comportó como impermeable con 8.36×10^{-6} cm/seg.

Exp. CII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como poco permeable con 1.32×10^{-5} cm/seg.

El segundo y último tramo comprendido de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 2.01×10^{-6} cm/seg.

El tramo de 10.00 a 12.00 m, no se probó.

Exp. CIII (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 5.05×10^{-6} cm/seg.

El segundo y último tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 1.48×10^{-6} cm/seg.

El tramo de 10.00 a 11.50 m, no se probó.

Exp. GIV (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de per--

meabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 5.11×10^{-6} cm/seg.

El segundo y último tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 7.38×10^{-6} cm/seg.

Exp. CV (v);

En esta exploración se realizaron únicamente pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, obteniéndose los siguientes resultados:

El primer tramo de 0.00 a 5.00 m, se comportó como impermeable con 4.97×10^{-6} cm/seg.

El segundo y último tramo de 5.00 a 10.00 m, se comportó como impermeable con 4.98×10^{-6} cm/seg.

4.- Comentarios de las Exploraciones:

a).- Eje Propuesto.-

El estudio realizado en el eje propuesto se efectuó en una forma parcial sobre el cauce, ya que el trazo de dicho eje coincide con la traza de una falla como se puede apreciar en el plano de planta, por este motivo se realizó otro estudio en un eje curvo 90.00 m aguas arriba.

Las exploraciones efectuadas en el primero permitieron apre-

ciar que la roca se encuentra de muy fracturada a fracturada hasta una profundidad promedio de 20.00 m, no reportándose pérdidas de agua de enjuague. Los resultados de las pruebas de permeabilidad en la exploración LVII (v), indicaron que hasta los 30.00 m es altamente permeable; y en la exploración LVIII (v), hasta los 35.00 m, se comportó altamente permeable, la exploración LIX (v), indicó que hasta los 15.00 m, se comportó como muy permeable y de los 15.00 a los 20.00 m, se comportó de permeable a muy permeable; la exploración LX (v), dió un resultado de permeabilidad hasta los 14.40 m, de altamente permeable, de 14.40 a 19.40 m, de impermeable a altamente permeable, de 19.40 a 24.40 m, altamente permeable y de 24.40 a 34.40 m, se comportó de impermeable a poco permeable.

b).- Eje Modificado.-

El estudio efectuado en el eje modificado indicó que hubo pérdida total de agua en la exploración LXIV (v), de los 5.00 a los 6.50 m, y en la exploración LXVIII (v), la pérdida total fue de los 5.00 a los 7.55 m, de los 10.00 a los 13.25 m, de los 15.00 a los 18.40 m, de los 20.00 a los 23.30 m y de los 25.00 a los 27.45 m, lo anterior motivado por estar muy fracturada la roca.

En el perfil de exploraciones se puede observar que del cadenamiento 0+065 al 0+550, la roca se presenta fracturada desde la superficie hasta la profundidad total de las exploraciones.

La permeabilidad que presentó el estudio realizado en el eje modificado del cadenamiento 0+290 al 0+645, en las exploraciones

LXV (v), LXVII (v), LXVIII (v) y LXIX (v), indicaron que es altamente permeable hasta los 35.00 m promedio; en la margen izquierda del cadenamiento 0-065 al 0+065 en las exploraciones LXII (v) y LXIII (v), indicaron que hasta los 30.00 m, es de poco permeable a permeable hasta una presión promedio de 3.5 kg/cm^2 , y de permeable a muy permeable a presiones mayores; y la exploración LXIV (v), cadenamiento 0+245, hasta los 11.50 m, se comportó altamente permeable y de los 11.50 a los 30.55 m, varía de permeable a muy permeable. En la margen derecha la exploración LXX (v), cadenamiento 0+780, es altamente permeable hasta los 20.00 m, y de los 20.00 a los 25.00 m, permeable a una presión de 3.2 kg/cm^2 , y altamente permeable a presiones mayores, el tramo comprendido de 25.00- a 30.00 m, resultó impermeable; la última exploración de la margen derecha LXXI (v), cadenamiento 1+035, resultó impermeable desde la superficie hasta los 30.00 m.

c).- Puerto No. 1.-

En las exploraciones efectuadas en el puerto número uno se reportaron pérdidas totales en la exploración LXXII (v), de los 15.00 a los 17.70 m, y de los 20.00 a los 23.00 m, en la exploración LXXIII (v) las pérdidas totales fueron de los 5.00 a los 8.50 m y de los 13.10 a los 14.65 m, y la pérdida parcial de los 10.00 a los 13.10 m. Como se puede apreciar en el perfil, el fracturamiento en este puerto se presenta hasta una profundidad promedio de 20.00 m. Las pruebas de permeabilidad indicaron que la exploración LXXII (v), cadenamiento 1+480, es altamente permeable desde la superficie hasta los 30.10 m, excepto el tramo de los 5.00 a los 10.00 m, el cual resultó impermeable hasta los 5.2 --

kg/cm², y permeable a presiones mayores; las exploraciones LXXIII (v) y LXXIV (v), se comportaron de permeable en la parte superficial a poco permeable hasta la profundidad total promedio de 30.00 m.

d).- Puerto No. 2.-

En el puerto número dos varía la permeabilidad de poco permeable a impermeable desde la superficie hasta la profundidad total promedio de los 25.00 m.

e).- Puerto No. 3.-

Las exploraciones efectuadas en este puerto indican que en promedio la roca de la Formación Méndez, se encuentra fracturada y alterada en los primeros 10.00 m, debido al intemperismo, encontrándosele en forma sana a mayor profundidad.

f).- Puertos Nos. 4 y 5.-

Las exploraciones LXXXVIII (v) a la XCI (v), efectuadas en el puerto No. 4, atravesaron una porción del Conglomerado Reynosa con un espesor promedio de 8.00 m, en el punto de inflexión de ambos puertos y en las exploraciones XCIII (v) y XCIV (v), se detectó una capa de grava y arena con un espesor máximo de 10.00 m, acunándose hacia la margen derecha.

g).- Puerto No. 6.-

En este puerto las exploraciones atravesaron una franja de material aluvial con 4.00 m de espesor máximo, constituido por material -

arcilloso en sus márgenes y grava en la porción central.

Así mismo, se pudo definir una franja de alteración hasta --
10.00 m de profundidad aproximadamente, en la Formación Méndez.

h).- Puerto Margen Izquierda.-

En este puerto, las exploraciones efectuadas detectaron una --
capa de suelo arcilloso en ambas márgenes de aproximadamente 0.50 m de--
espesor.

La roca de la Formación San Felipe, se encontró alterada su--
perficialmente debido al intemperismo y fracturada en los primeros 5.00
m.

5.- BANCOS DE PRESTAMO.-

a).- Para el enrocamiento de la cortina y diques, el material se --
puede obtener de las calizas de las Formaciones Aurora o Cupido que --
aflojan en la Sierra Madre Oriental a 30.00 km de la Ciudad de Linares,
N.L., ya que el existente cerca del sitio, corresponde a la Formación --
San Felipe, la cual por sus características físicas y la alternancia de
lutitas, darían un porcentaje muy alto de material no aprovechable, ade--
más en el sitio se localizan depósitos de travertino (Cerro Prieto), --
los cuales también podrían ser utilizados; pero ya sea que se opte por--
utilizar las calizas de la Sierra Madre, las calizas arcillosas de la --
Formación San Felipe, ó el travertino, se recomienda se efectúen prue--
bas de voladura, para estimar cuál de ellas resulta más aprovechable.

b).- La grava se puede obtener del acarreo del río en los playones formados en el cauce del mismo.

c).- La arcilla para el corazón impermeable, se puede obtener en las terrazas localizadas a 500 m aguas abajo, sobre la margen izquierda previo estudio de laboratorio.

VII.- CIMENTACION:

Entre los diferentes tipos de obras hidráulicas que se construyen, las cortinas y los diques de las presas de almacenamiento, son las estructuras que cada vez con más frecuencia requieren de un cuidadoso tratamiento de cimentación con el fin de reducir la permeabilidad de la roca, aumentar la capacidad de carga del subsuelo, ó ambas cosas; el motivo de ésta afirmación se comprende fácilmente si se toma en cuenta que el sitio en donde se ubica una cortina estará, al embalsarse la presa, en condiciones diferentes y más desfavorables que las originales.

En forma general, el estado de saturación a que quedan sometidas las boquillas en donde se construyen las cortinas de las presas, -- cambia las propiedades mecánicas de los materiales, causa por la cual -- se requieren, en algunos casos, estudios cuidadosos de mecánica de suelos ó de rocas.

El presente estudio, se refiere únicamente al tratamiento de cimentación de presas, desde el punto de vista de la impermeabilización por medio de inyecciones a presión, a través de perforaciones, de mezclas compuestas por diferentes clases de materiales como: cemento, ben-

tonita, arcilla, limo, arena y otros.

Cuando se trate de inyectar rocas, es necesario tomar en consideración su aspecto estructural (la dimensión de las fracturas, el tipo de las figuras, las cavernas, la porosidad, etc.) y la profundidad del nivel freático.

Los resultados observados en las pruebas de permeabilidad nos muestran que, en el eje de la cortina se presenta una zona permeable de la estación 0+550 a 0+800, e impermeable de 0+800 a 1+100, en la margen derecha, hasta una profundidad de 30.00 m, promedio; en la parte central se tiene una zona altamente permeable hasta 35.00 m, y en la margen izquierda se presenta como poco permeable hasta 30.00 m, de profundidad.

El puerto número uno, presenta una zona altamente permeable en la margen izquierda entre las estaciones 1+400 a 1+600, en el centro como poco permeable e impermeable de 1+600 a 2+000, y en la margen derecha se cuantificó como poco permeable e impermeable.

En el puerto número dos, las pruebas demostraron impermeabilidad en la zona.

Debido a lo expuesto anteriormente, será necesario para mejorar las condiciones de la caliza de la Formación San Felipe, efectuar un tratamiento de consolidación en forma de carpeta o tapete, que estará limitado por las trazas del desplante del núcleo impermeable de la cortina y diques y a lo largo de los mismos, en el eje central tanto de la cortina como de los diques, se construirá una pantalla de impermeabilización formada por perforaciones profundas (35.00 m mínimo), entre -

las estaciones 0+500 a 1+000, de la cortina, a partir de la roca o calafateo de concreto en que se desplantará el material impermeable. Disminuyendo su profundidad en las laderas y diques de acuerdo con los consumos y registro de perforación de la primera etapa inicial.

El programa de inyectado en el proyecto "Cerro Prieto", se realizó de acuerdo con la siguiente descripción:

En el eje de la cortina se realizó un tratamiento de consolidación (tapete), a una profundidad de 6.00 m, con un diámetro de 3", en cuadrículas de 5.00 m, con cuatro líneas en el cauce y tres en ambas laderas.

En los puertos 1 y 2, el tratamiento de consolidación se realizó con dos líneas de perforación únicamente.

El tratamiento de inyectado en la ladera izquierda se comenzó a partir del cadenamiento 0+000 al 0+680, con una sola línea de inyectado y perforaciones de primera, segunda y tercera etapas con equidistancias de 10.00 m y una profundidad mínima en la primera etapa de 35.00 m en la segunda etapa la profundidad varió de 35.00 a 15.00 m y en la tercera etapa las profundidades fueron irregulares dependiendo de los consumos y la profundidad de los pozos de la segunda etapa.

En el cauce del río (Cad. 0+680 al 0+900), se programaron dos pantallas de inyectado; la principal se ubicó a 2.50 m aguas abajo del eje de la cortina y se realizaron perforaciones de primera, segunda, tercera y cuarta etapas a una profundidad máxima de 35.00 m; la panta--

lla auxiliar se localizó a 2.50 m aguas arriba del eje, realizándose -- perforaciones de primera, segunda y tercera etapas con 20.00 m de pro-- fundidad.

En la ladera de la margen derecha (Cad. 0+900 al 1+500), se - realizó una pantalla profunda de impermeabilización con perforaciones - de primera, segunda, tercera y cuarta etapas, con profundidades máximas en las primeras etapas de 35.00 m. La profundidad de las perforaciones - en la cuarta etapa fue irregular, dependiendo de los consumos registra-- dos en las etapas anteriores.

En el puerto número uno (Cad. 1+500 al 2+600), se realizó una pantalla profunda de inyectado, hasta el Cadenamiento 2+310, con 35.00- m, de profundidad en los pozos de primera etapa, siendo variable la pro- fundidad de los pozos de segunda etapa, la cual fue decreciendo gradual- mente hasta terminar en el cadenamiento 0+310, que fue el final de la - pantalla.

En el puerto número dos se realizó únicamente la carpeta de - consolidación a 6.00 m de profundidad.

En los puertos tres, cuatro, cinco, seis y margen izquierda, - se consideró que debido a las condiciones geológicas y de permeabilidad obtenidas, era suficiente con tender una carpeta de material arcilloso- compactado directamente sobre la roca sana, al cual se le añadirían los paramentos de protección necesarios.

VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- 1.- La boquilla del proyecto, geológicamente está constituida por calizas arcillosas, con intercalaciones de lutitas de la Formación San Felipe, de edad Coniaciano - Santoniano, la cual se presenta fracturada y fallada sobre la traza del eje propuesto y fracturada en el eje modificado. La zona del cauce, se encuentra cubierta por material de acarreo siendo su espesor máximo de 13.00 m.

- 2.- El vaso de almacenamiento está formado por calizas arcillosas y lutitas de la Formación San Felipe, así como por lutitas de la Formación Méndez, cubiertas en las partes bajas por material aluvial y por gravas y conglomerados de la Formación Reynosa en las partes altas.

- 3.- Sobre la margen derecha, existen seis puertos y uno en la margen izquierda, los cuales geológicamente están formados de la siguiente manera:
 - a).- El puerto número uno está constituido por calizas arcillosas de la Formación San Felipe, con plegamientos suaves, formando pequeños anticlinales y sinclinales.

 - b).- El puerto número dos hacia la margen izquierda y partes bajas está constituido por calizas arcillosas de la Formación San Felipe y hacia la margen derecha por lutitas de la Formación Méndez.

c).- El puerto número tres, se encuentra formado en lutitas calcáreas de la Formación Méndez, cubiertas en la margen izquierda por travertino y en la derecha por el Conglomerado de la Formación Reynosa y por suelo en su porción central.

d).- Los puertos 4 y 5, se encuentran labrados en la Formación Reynosa, representada por conglomerados calcáreos, gravas y arenas, - con espesor máximo de 9.80 m, cubiertos por suelo vegetal, excepto del cadenamiento 1+070 al 1+280.

Subyaciendo discordantemente a la Formación Reynosa, se encuentran lutitas calcáreas de color gris, pertenecientes a la Formación Méndez.

e).- El puerto número seis, se encuentra labrado en lutitas de color gris de la Formación Méndez, alteradas en los primeros 5.00 m, los cuales se encuentran cubiertos por gravas y arenas con 3.00 m de espesor. Tanto las lutitas y las gravas, se encuentran cubiertas por suelo vegetal con 2.00 m de espesor.

f).- El puerto de la margen izquierda, se encuentra constituido -- por calizas arcillosas con interestratificaciones de lutitas de color gris y bentonita de color verde (Formación San Felipe), cubierta en ambas márgenes por una delgada capa de suelo vegetal, aflorando en la parte central las calizas arcillosas de la Formación - San Felipe.

4.- Los resultados de las pruebas de permeabilidad indican lo siguiente

a).- El eje propuesto se presenta de altamente permeable a permeable, hasta la profundidad total de los pozos, los cuales tienen un promedio de 30.00 m.

b).- El eje modificado, presenta una zona de impermeable a permeable, del cadenamiento 0-065 al 0+245, hasta una profundidad de -- 30.00 m, promedio; del cadenamiento 0+245 al 0+780, presenta una zona altamente permeable hasta los 35.00 m, promedio y del cadenamiento 0+780 al 1+035, se presenta impermeable hasta los 30.00 m.

c).- El puerto número uno, presenta una zona altamente permeable en la margen izquierda, hasta los 30.00 m, en el centro hasta los 30.00 m, de poco permeable a impermeable y en la margen derecha - hasta los 25.00 m, de poco permeable a impermeable.

d).- En los puertos dos, tres, cuatro, cinco, seis y margen izquierda, se efectuaron pruebas de permeabilidad tipo Lefranc, resultando impermeables en promedio.

5.- Para la construcción de la cortina, se recomienda se excave lo alterado de la roca (3 m aprox.) y en la zona del cauce el acarreo, hasta la roca sana y se realice un tratamiento de inyectado hasta una profundidad mínima de 30.00 m, en el cauce y en ambas márgenes, además de realizar una carpeta de consolidación a 6.00 m. de profundidad.

6.- Para la construcción de los diques uno y dos, será necesario realizar la excavación de lo alterado y muy fracturado de la roca, así -

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

- ALVAREZ CARVAJAL MANUEL Y ES-
QUIVEL MORALES JAVIER. (1954), Informe Geológico sobre la -
Boquilla de "Cerro Prieto", Linares,
N.L.
- ALVAREZ Jr. MANUEL. Geología, Paleogeografía y Tectónica
de México.
- CARRILLO BRAVO JOSE. La Plataforma Valles-San Luis Potosí
Boletín de la Asociación Mexicana de
Geólogos Petroleros. Vol. XXIII, Ene-
ro Junio de 1971.
- ESCALANTE ARIAS HORACIO. Tratamiento de Cimentaciones para --
Presas. Facultad de Ingeniería. - --
UNAM.
- F. DEL CAMPO JORGE ORTIZ. (1966), Informe sobre las Condicio--
nes Geológicas de los sitios del ver-
tedor y de la Obra de Toma del Pro-
yecto de Cerro Prieto, N.L., Informe
inédito, S.A.R.H.
- HIGUERA GIL SERGIO. (1972), Estudio de Mezclas de Inyec-
tado en el laboratorio y algunas de-
sus aplicaciones.
- OROZCO HERNANDEZ LUIS MANUEL. (1980), Estudio Geológico de Semide-
talle del Area El Camotal, Edo. de -
Tam., Escuela de Ingeniería, Univer-
sidad Autónoma de San Luis Potosí. -
Tesis Profesional.
- RODRIGUEZ MARTINEZ P. MARIO. (1981), Informe Geológico Explorato-
rio y de Pruebas de Permeabilidad --
Complementario de los Puertos Nos. -
Tres, Cuatro, Cinco, Seis de la Mar-
gen Derecha y el Puerto de la Margen
Izquierda del Proyecto "Cerro Prie-
to", Mpio. de Linares, N.L. S.A.R.H.
- ZUÑIGA TERAN JOSE LUIS. (1980), Informe Geológico Explorato-
rio y de Pruebas de Permeabilidad --
Complementario de la Boquilla "Cerro
Prieto", sobre el Río Pablillo, - --
Mpio. de Linares, N.L. S.A.R.H.

como un tratamiento de impermeabilización en el número uno, hasta - los 10.00 m, de profundidad aproximadamente.

Para la construcción del dique número tres, será necesario remover- el travertino y lo alterado de la Formación Méndez de la margen iz- quierda y el conglomerado y las lutitas alteradas de la margen dere- cha, así como el suelo y lo alterado de la Formación Méndez, en sus partes bajas.

El dique número cuatro deberá de continuarse en la margen izquierda aproximadamente 30.00 m, a partir de 0+000, para empotrar en la For- mación Méndez, por lo que se deberá de excavar el Conglomerado Rey- nosa en su totalidad, tanto en el dique cuatro, como en el cinco

Para la construcción del dique número seis, deberá de excavar el- suelo, la grava y arena de su parte baja, además del material alte- rado de la Formación Méndez (aproximadamente 2.00 m).

En el dique de la margen izquierda se deberá de efectuar la limpia- del material alterado de la Formación San Felipe (aproximadamente - 1.00 m), y efectuar un tratamiento de consolidación en el material- fracturado.

7.- Para los materiales de construcción, se recomienda se realice un es- tudio de laboratorio.