

2ej. 7



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Ingeniería

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL AREA  
MATEHUALA, S.L.P.**

**T E S I S**

Que para obtener el titulo de:

**INGENIERO GEOLOGO**

P r e s e n t a :

**VENANCIO CORONADO MEDELLIN**



México, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# CONTENIDO

Página

INTRODUCCION .....	1
I.- GENERALIDADES	
I.1.- LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA .....	3
I.2.- VIAS DE COMUNICACION .....	4
I.3.- POBLACION Y CULTURA.....	6
I.4.- CLIMA Y VEGETACION .....	10
II.- FISIOGRAFIA	
II.1.- PROVINCIA FISIOGRAFICA .....	13
II.2.- GEOMORFOLOGIA .....	16
II.3.- OROGRAFIA .....	17
II.4.- HIDROGRAFIA .....	19
III.- GEOLOGIA	
III.1.-ESTRATIGRAFIA .....	22
III.1.1.- FORMACION AURORA .....	25
a) DEFINICION .....	25
b) DISTRIBUCION .....	26
c) LITOLOGIA Y ESPESOR .....	27
III.1.2.- FORMACION CUESTA DEL CURA .....	27
a) DEFINICION .....	27
b) DISTRIBUCION .....	28
c) LITOLOGIA Y ESPESOR .....	30
III.1.3.- MIEMBRO ARRECIFAL LA PAZ .....	30

III.1.4.- FORMACION AGUA NUEVA .....	32
a) DEFINICION .....	32
b) DISTRIBUCION .....	33
c) LITOLOGIA Y ESPESOR .....	34
III.1.5.- FORMACION SAN FELIPE .....	36
a) DEFINICION .....	36
b) DISTRIBUCION .....	37
c) LITOLOGIA Y ESPESOR .....	37
III.1.6.- FORMACION MENDEZ .....	39
a) DEFINICION .....	39
b) DISTRIBUCION .....	40
c) LITOLOGIA Y ESPESOR .....	40
TERCIARIO .....	41
CUATERNARIO .....	42
III.2.-TECTONICA .....	43
III.3.-GEOLOGIA HISTORICA .....	46
III.4.-GEOLOGIA ECONOMICA .....	49
III.4.1.- MINERIA .....	49
III.4.2.- AGUA .....	51
III.4.3.- BANCOS DE MATERIALES .....	52
IV.- HIDROGEOLOGIA	
IV.1.- LOCALIZACION HIDROLOGICA DEL AREA .....	53
IV.1.1.- CUENCA ARISTA-MATEHUALA .....	58
IV.2.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL .....	60
IV.3.- HIDROLOGIA SUBTERRANEA .....	63
IV.3.1.- INTRODUCCION .....	63
IV.3.2.- FACTORES QUE PROPICIAN LA INFILTRA--	64
CION, CIRCULACION Y ALMACENAMIENTO -	
DEL AGUA DE LLUVIA.	
IV.3.3.- APROVECHAMIENTOS DEL AGUA SUBTERRANEA	67
IV.3.4.- ANALISIS QUIMICOS .....	72

	Página
IV.3.5.- DISTRIBUCION DE SOLIDOS DISUELTOS.	75
IV.3.6.- DISTRIBUCION DE SULFATOS .....	78
IV.3.7.- USO DEL AGUA .....	78
IV.3.7.A.- DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PA- RA LA REGION .....	80
IV.3.7.B.- USOS AGRICOLAS .....	83
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
V.1.- CONCLUSIONES .....	86
V.2.- RECOMENDACIONES .....	88
BIBLIOGRAFIA .....	90
ANEXOS	
PLANO GEOLOGICO	
SECCIONES	

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

Se puede decir que la Hidrogeología es la relación existente entre el agua subterránea y el marco geológico -- que la rodea. Esta relación estriba en el conocimiento cualitativo de los mecanismos de funcionamiento que se establecen entre el agua una vez que llega a la superficie del terreno, se infiltra y circula por un medio geológico, la mayoría de las veces altamente complejo.

Los estudios hidrogeológicos se fundamentan, en -- primera instancia, en una recopilación de datos básicos que permiten formular unas hipótesis del trabajo, respecto al -- modelo hidrológico que se desea definir.

La geología de superficie, la hidrología superficial, el inventario de los aprovechamientos hidráulicos subterráneos, los sondeos mecánicos realizados para diversos -- fines, etc., permiten apoyar las citadas hipótesis sobre el cuadro hidrogeológico.

La mayor parte de los datos que aquí se mencionan -- provienen de trabajos realizados por la Secretaría de Agri-

cultura y Recursos Hidráulicos, DETENAL, investigaciones para Tesis Profesionales e información inédita.

La recopilación de los datos que se han obtenido ha sido un complemento para el reconocimiento general del área, el cual se efectuó en un lapso corto de tiempo, suficiente para observar estructuras, drenaje, formaciones geológicas, inspecciones a los aprovechamientos de agua subterránea y recolectar la información existente.

Como complemento se mencionan estadísticas de población, climas, vegetación y vías de comunicación ya que, los problemas que aquí se plantean no pueden permanecer al margen de la situación social y sobre todo económica.

## I GENERALIDADES

### 1.1. LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA

La ciudad de Matehuala se encuentra ubicada en la región denominada del Altiplano, en la parte Norte del estado de San Luis Potosí, es la cabecera del municipio, el cual lleva el mismo nombre. Se encuentra al NE del municipio, a  $100^{\circ}38'$  de longitud Oeste,  $23^{\circ}39'$  de latitud Norte y a 1,615 metros de altitud sobre el nivel del mar.

El municipio de Matehuala tiene una forma alargada en dirección Norte-Sur y sus límites son; al N con Cedral, al NW con Villa de la Paz, al S y W con Villa de Guadalupe y al E con el estado de Nuevo León. Su extensión territorial es de 1,211 Km.2.

El área estudiada abarca una extensión aproximada de 450 kilómetros cuadrados, ubicada en su mayor parte en el municipio de Matehuala y partes de Villa de la Paz y Cedral, la cual corresponde a pequeñas partes de las hojas F14-A25 (Matehuala), F14A-24 (Real de Catorce) y F14A-14 (Cedral) elaboradas por la D.G.G.T.N. (Dirección General de Geografía del Territorio Nacional).



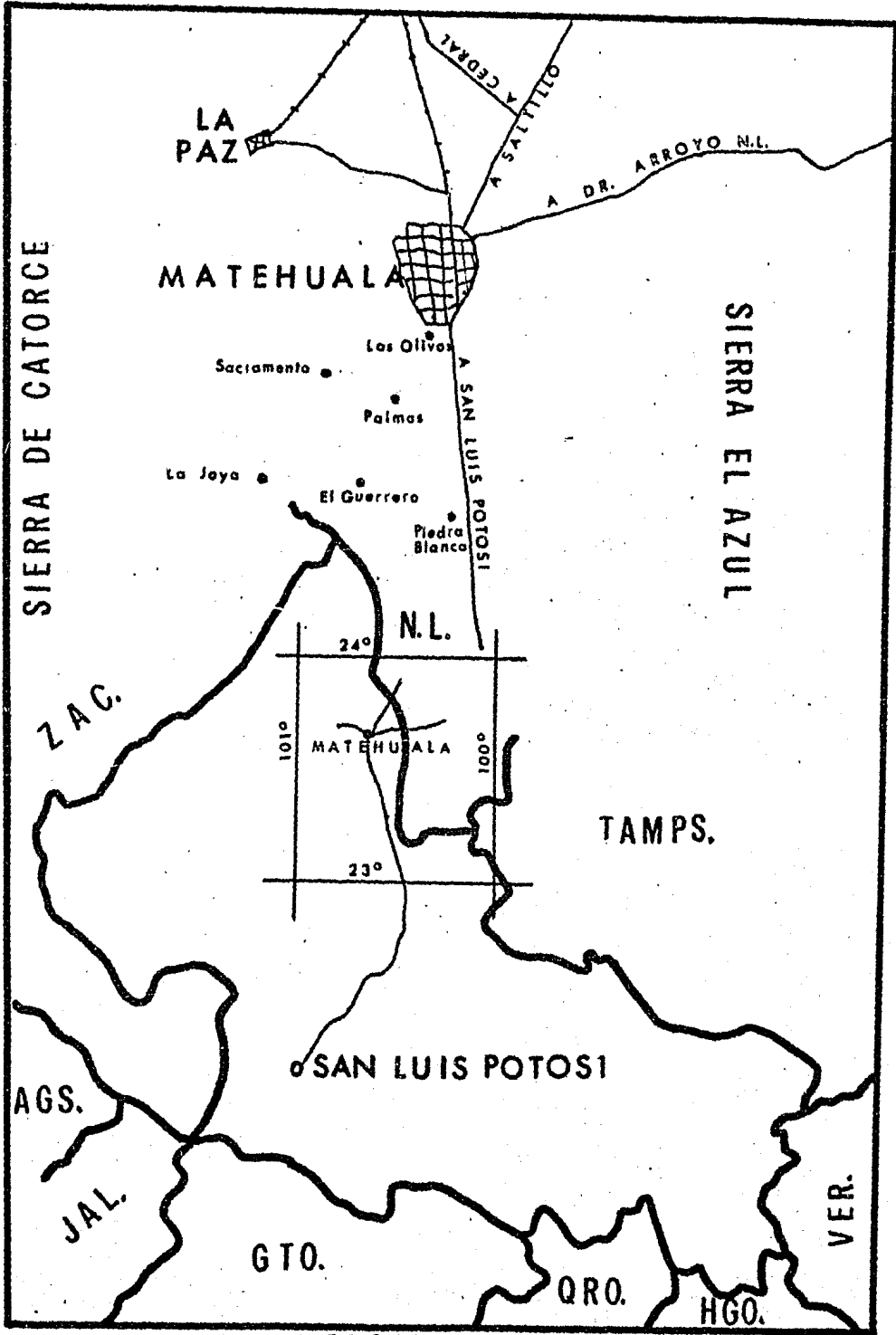
## 1.2. VIAS DE COMUNICACION

La ciudad de Matehuala se encuentra comunicada --- principalmente por la carretera Federal 57 que va de México, D.F. a Nuevo Laredo, Tamps. uniendo a las ciudades de Saltillo y San Luis Potosí, localizándose a 190 kms. al N de ésta última ciudad.

Otra vía de acceso a Matehuala es la carretera pavimentada a Dr. Arroyo, en el estado de Nuevo León, población que está a unos 49 kilómetros al E de Matehuala.

Existe otra carretera de aproximadamente 9 kilómetros, que comunica a la ciudad con Villa de la Paz, al W. También se encuentra comunicada al NW con Vanegas y Cedralcon con una carretera pavimentada de una longitud aproximada de 45 kilómetros.

Una red de caminos de terracería se unen para llegar a Matehuala, siendo uno de los más importantes el que parte hacia el SE, hasta el rancho denominado "La Presa" y en cuyas inmediaciones parten ramales o intersepta a las rancherías de Palmas, San José de los Sotoles, El Refugio, El Herrero, El Guerrero, Viborillas, Tanque Colorado, La Joya y El Chilar.



LOCALIZACION DEL AREA

Otro sistema de transporte que comunica a la ciudad de Matehuala es la vía férrea que parte de la ciudad de México a Nuevo Laredo, Tamaulipas y que pasa en una dirección Norte-Sur a unos 40 kilómetros al W de Matehuala y a la cual se le une por medio de un ramal que parte desde la Estación Vanegas.

Se cuenta además con un buen servicio de teléfonos y telégrafos, así como de correos.

### 1.3. POBLACION Y CULTURA

La región, de acuerdo con los censos de 1970, tenía una población aproximada de 48,000 habitantes, pero para 1980, aunque los censos no se han dado a conocer públicamente, se estima una población de 120,000 habitantes, los cuales se encuentran concentrados en Matehuala, Cedral y La Paz en su mayor parte.

Como se puede observar, es muy considerable el aumento de habitantes que hay en el intervalo 1970-1980, sobre todo tomando en cuenta la problemática que presenta la región para subsistir.

MUNICIPIO Y GRUPO DE EDAD	T O T A L			SABEN LEER Y ESCRIBIR			NO SABEN LEER NI ESCRIBIR		
	HOMBRES MUJERES	H	M	HOMB. MUJ.	H	M	HOMB. MUJ.	H	M
MATEHUALA	31620	15648	15972	24468	12352	12114	7154	3256	3856
DE 10 A 14	6845	3490	3355	5932	2986	2946	913	504	409
DE 15 A 19	4708	2371	2337	4118	2066	2052	590	305	285
DE 20 A 29	6568	3459	5436	2592	2844	1132	517	517	615
DE 30 A 39	4949	2447	2502	3765	1900	1865	1184	547	637
DE 40 Y MAS	8550	4231	4319	5215	2808	2407	3335	1423	1912

T A B L A I.3.

Fotografía I.1.- Entrada a la Ciudad de  
MATEHUALA.

Las principales actividades que se llevan a cabo en la zona son, en primer lugar, el comercio, aprovechando las buenas comunicaciones con que se cuenta; en segundo lugar están las actividades agropecuarias, aunque éstas son eventuales, debido a las condiciones climáticas que imperan y que no aseguran lluvias regulares durante la temporada, que den por resultado una buena cosecha.

Los cultivos son de temporal y en orden de importancia son de maíz, frijol y calabazas y en secciones muy restringidas, se cosechan jitomate, cebolla, chile, lechuga, aguacate, durazno y membrillo obteniéndose buenas cosechas ya que éstos últimos son regados con agua que proviene de manantiales o pozos.

Las cosechas, difícilmente abastecen al consumo local, pero cuando hay excedentes, éstos se mandan a Guadalajara, ciudad de México o Monterrey.

La ganadería sólo se desarrolla a escalas muy bajas, debido a la gran escasez de agua. Cuando la crisis es muy aguda se tiene que trasladar el ganado a grandes distancias para poder darle de beber y se tienen que traer alimentos desde Saltillo o San Luis Potosí.

El ganado caprino es el más abundante, le siguen -

en orden de importancia, el vacuno, caballar, mular, porcino y aves de corral.

Otra actividad que ocupa una cantidad considerable de personas es la minería. Las minas se encuentran en Villa de la Paz.

El resto de la población económicamente activa se reparte en fábricas y oficinas de servicios públicos de la zona.

La educación en la región ha tenido un progreso -- muy notable en los últimos 5 años y ha respondido a las necesidades elementales de la población. En éste renglón sobresale la ciudad de Matéhuala, la cual cuenta con un total de 21 escuelas Primarias, 5 escuelas Secundarias, 4 escuelas Comerciales, una escuela Normal, una escuela Preparatoria, un Centro de Estudios Tecnológicos Agropecuarios ----- (CETA), un colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), un Instituto Tecnológico y un Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CEBETIS).

#### 1.4. CLIMA Y VEGETACION

La región se caracteriza por un clima seco estepario, con una precipitación media anual inferior a los 400 mm. y una temperatura que oscila entre los 18°C.

De acuerdo con la Clasificación de Climas de Köppen y adaptado a las condiciones de la República Mexicana por Enriqueta García, es seco o estepario, semicálido, con invierno fresco, con régimen de lluvias en verano, presenta canícula y por su variación térmica es extremo: BSohw"(e).

#### VEGETACION

La flora es típica de los climas secos del semidesierto, predominando arbustos espinosos, cactáceas resistentes a la aridez y plantas que varían de una altura de unos cuantos centímetros hasta unos seis metros.

A continuación se mencionan algunos de los más abundantes:

NOMBRE COMUNNOMBRE CIENTIFICO

Biznaga	Echinocactus viznaga
Candelilla	Euphorbia antishyphilica
Cedro	Quiniperus faccia
Gobernadora	Larrea Divaricata
Granjeno	Rhus eximia
Lechuguilla	Agave Lechuguilla
Maguey	Agave sp.
Mezquite	Prosopis juliflora
Nopal	Opuntia sp.
Palma	Yucca sp.
Peyote	Lophophora cilliamisi
Sotol	Dasilirion sp.
Tasajillo	Opuntia loptocaullys
Xoconoste	Opuntia sp.

FAUNA

Los animales silvestres más comunes se mencionan a continuación:

NOMBRE COMUNNOMBRE CIENTIFICO

Aguililla	Butio lineatus elegans
-----------	------------------------



Codorniz	<i>Caltipeple squamata</i>
Comadreja	<i>Mustela frenato</i>
Conejo	<i>Sylvilagus floridans</i>
Coyote	<i>Canis latrans</i>
Gato Montés	<i>Linx tufus</i>
Gavilán	<i>Circus cyanens</i>
Lagartija	<i>Seloporus microlepidotus</i>
Liebre	<i>Lepus californicus</i>
Lobo	<i>Canis lupus</i>
Mapache	<i>Procyon lotor</i>
Tlacuache	<i>Didelphis mesoamericana</i>
Víbora de Cascabel	<i>Crotalus viridis</i>
Zorra Gris	<i>Orocyon cinerco argenteus</i>
Zorrillo	<i>Mephiles macroura</i>

## II FISIOGRAFIA

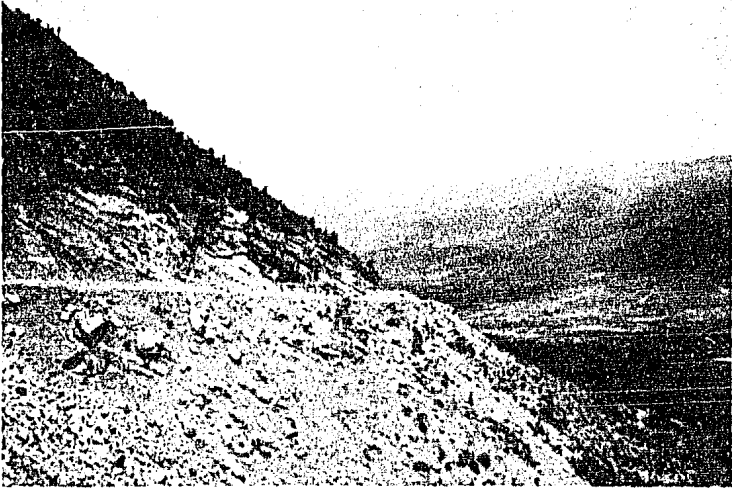
### II.1. PROVINCIA FISIOGRAFICA

El área de estudio está localizada, de acuerdo con la clasificación de provincias fisiográficas de Erwin Raisz, dentro de la Provincia de la Sierra Madre Oriental, la cual está limitada por las siguientes provincias: al Este por la Planicie Costera del Golfo, al Sur por el Eje Neovolcánico-Transmexicano, al Oeste por la Meseta Central y al Norte -- por Sierras y Cuencas. (Fig. II.1)

La provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental está dividida en varias subprovincias, de tal manera -- que en forma más específica el área estudiada está dentro de la subprovincia de Sierras Bajas.

En ésta subprovincia por lo general los pliegues -- forman valles estructurales en los sinclinales y serranías en los anticlinales cuando las formaciones geológicas son -- resistentes a la erosión, pero cuando éstos últimos dejan -- al descubierto un núcleo constituido por rocas menos resistentes, se forman "potreros" en los centros de los anticlinales. Debido a la intensidad de los plegamientos la topo--





Fotografía II.1.-En esta fotografía se puede notar la topografía que predomina en las elevaciones mas notables del área.



Fotografía II.2.-Los cauces que labran las corrientes en temporadas de avenidas grandes son amplios y profundos como se puede apreciar en esta exposición.

grafia es sumamente accidentada ofreciendo perfiles típicos de sierras. (Fotografía II.1)

## II.2. GEOMORFOLOGIA

Las características más sobresalientes de ésta región son sus sierras alargadas en una dirección Norte-Sur - aproximadamente y las cuales sobresalen a las extensas llanuras aluviales.

Las rocas sedimentarias que se encuentran formando las sierras se han venido erosionando paulatinamente, de -- tal manera que la topografía de las partes bajas se ha estado remodelando, formando pendientes suaves por donde circulan corrientes juveniles que cuando llegan a las partes planas, y por su incompetencia, forman abanicos aluviales muy considerables, tanto en extensión como en potencia, hasta que llegan a desaparecer en las partes centrales de los valles, cuya suave pendiente es hacia el Oriente.

En ésta zona, las estructuras de los sedimentos marinos son los que determinan las prominencias principales; así, al plegarse las rocas sedimentarias en forma de anti--

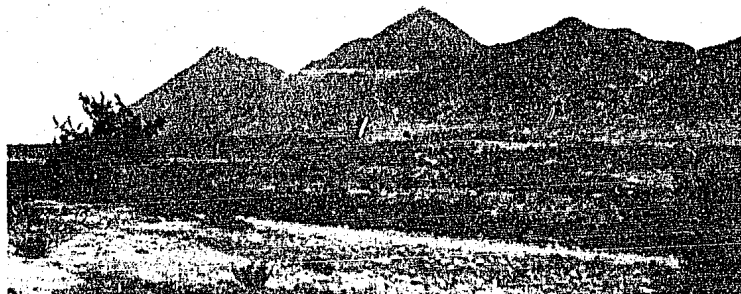
clinales, forman las sierras principales y a su vez los sin  
clinales constituyen los valles.

De ésta región se puede decir en forma general, --  
que se encuentra en estado geomorfológico de madurez temprana, debido al grado de erosión, a la forma de los cauces y a la forma del curso de las corrientes. (Fotografía II.2)

### II.3. OROGRAFIA

La ciudad de Matehuala está localizada en un amplio valle el cual está rodeado por serranías muy altas como la del Fraile que está a unos nueve kilómetros al Poniente de Matehuala, tiene una orientación Norte-Sur, una longitud de siete kilómetros, una anchura de dos kilómetros y -- una altura de 2,700 metros, sobre el nivel del mar. (Fotografía II.3.)

Al Poniente de Matehuala se inicia otra sierra que es casi continuación de la Sierra del Fraile, llamada localmente Sierra de Calabacillas, tiene una longitud de 10 kilómetros, anchura variable de 1 a 2 kilómetros y una altura máxima de 2,000 metros sobre el nivel del mar.



Fotografía II.3.-Aquí se puede ver el perfil que presenta el Cerro del Fraile en su flanco occidental.



Fotografía II.4.-Cauces labrados como este, desaparecen a medida que avanzan hacia el centro del valle - debido a la evaporación y a la infiltración.

Ambas sierras, la del Fraile y la de Calabacillas, son estribaciones del flanco Noreste de la Sierra de Catorce que tiene una altura de más de 3,000 metros sobre el nivel del mar.

Al Este de la alargada planicie donde se localiza Matehuala, se extiende de Norte a Sur la Sierra de El Azul, que sirve de límite natural a los estados de San Luis Potosí y Nuevo León, entre San Miguel y el Milagro con una altitud de 2,200 metros sobre el nivel del mar.

Elevaciones de menor importancia son; la Sierrita de la Sisota, al Este del Guerrero, la Sierra del Caracol - que se extiende al Norte del rancho de San Isidro, las lomas de la Arañosa, las de San José, las de la Hacienda de Vanegas y las de la Punta, éstas últimas que hacen que Cedral se encuentre en una cuenca cerrada, ya que subsiste el hecho de que el terreno de los alrededores de Cedral desciende hacia lugares más bajos situados en las inmediaciones del pueblo.

#### II.4. HIDROGRAFIA

El área de estudio a grandes rasgos está incluida-



dentro de la región hidrológica de El Salado y más específicamente dentro de la Cuenca Arista-Matehuala.

La zona de Matehuala no tiene corrientes superficiales permanentes ya que el promedio de precipitación anual es muy bajo y en ocasiones casi nulo. El promedio de las lluvias anuales es del orden de los 400 mm.

En la Cuenca de Cedral existen arroyos de bastante importancia por la longitud de su curso y por el caudal que conducen; son los de La Majada y Potrerillos, que pertenecen a la Sierra de Catorce y los de La Perra y del Jicote, que corresponden a la Sierra del Caracol.

En los lugares más bajos de ésta Cuenca existen terrenos cenagosos como en el rancho de La Laguna y en Babulecas.

En la Sierra de Calabacillas bajan algunos arroyos de relativa importancia por sus cauces, como el Sin Cabeza, el del Herrero que en temporadas de lluvias producen avenidas de consideración.

La zona del Bolsón de Matehuala está compuesta por detritos que provienen de las sierras vecinas y es drenado por aguas que circulan de Poniente a Oriente de la Sierra --

del Fraile y las cuales forman cauces angostos en su mayoría y conforme avanzan hacia el valle su caudal desaparece por infiltración en el terreno o por evaporación. (Fotografía -- II.4)

De la Sierra del Azul, al Este de Matehuala bajan corrientes que labran el terreno en una dirección Este-Oeste tales como los arroyos El Azafrán, El Ganado, El Venadito y varios más que tienen una longitud muy corta.

Las corrientes que tienen una longitud de varios kilómetros, ya sea si nacen en las sierras del Este u Oeste, al llegar al centro del valle cambian la dirección de su curso, desviándose hacia el Sur.

### III GEOLOGIA

#### III.1. ESTRATIGRAFIA

En el área afloran rocas cuya edad va desde el Cretácico Inferior hasta el Reciente.

La Formación Aurora representa las rocas más antiguas y que corresponden al Albiano del Cretácico Inferior, sobreyaciendo a ésta formación se encuentran los estratos de la Caliza Cuesta del Cura del Albiano-Cenomaniano, luego están capas de rocas del Arrecife La Paz, así como, las Formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez que pertenecen al Cretácico Superior.

Las rocas ígneas y metamórficas constituyen una parte mínima del total pero no son menos importantes ya que se encuentran formando los yacimientos minerales de la región. Son intrusivos granodioríticos o cuarzomonzoníticos y derrames de basalto así como tactitas y mármol, todas de edad terciaria.

Existe gran variedad de sedimentos cuaternarios situados principalmente en los valles sinclinales, éstos repre

ERA	PERIODOS	EPOCAS	PISOS		EDAD EN MILLONES DE AÑOS	CONCEPCION DEL ORO, ZAC. (1)	AREA DE CATORCE (2)	AREA DE LA PAZ (3)	CD. VICTORIA TAMP. (4)				
			TEXAS	EUROPA									
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENICA				ALUVION	ALUVION	ALUVION					
		PLEISTOCENICA			1		BASALTO	BASALTO					
	TERCIARIO	PLIOCENICA			11								
		MIOCENICA			25								
		OLIGOCENICA			40								
		EOCENICA			60								
	PALEOCENICA			70				VELASCO					
	MESOZOICA	CRETACICO	SUPERIOR	GOLFIANA	NAVARRO	MAESTRICHTIANO	78				MELENDEZ	MELENDEZ	
					TAYLOR	SENONIANO	CAMPANIANO				LUTITAS PARRAS		
					AUSTIN	SENONIANO	SANTONIANO						SAN FELIPE
					SENONIANO	CONIACIANO	FORMACION CARACOL		CARACOL			SAN FELIPE	
EAGLE					TURONIANO	96					AGUA NUEVA	AGUA NUEVA	
FORD					GENOMANIANO		FORMACION INDIDURA		INDIDURA		ARRECIFE		
WOODBINE													
WASHITA											CUESTA DEL CURA	CUESTA DEL CURA	
FREDERICKSBURG					ALBIANO	SUP.	118		CUESTA DEL CURA		CUESTA DEL CURA		AURORA
					ALBIANO	MEDIO			AURORA			AURORA	
	ALBIANO	INF.	128										
TRINITY	APTIANO			LA PEÑA	LA PEÑA		LA PEÑA						

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

1) Rogers y col. (1961) 2) Santos Mtz. J. (1969) 3) Silva Mtz. N. (1970) 4) Taylor  
 TABLA III, I.A.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL AREA MATEHUALA															
ERAS PERIODOS	EPOCAS	PISOS		PETROLOGIA	INDIFERENCIACION	FORMA RENOVACION	ESPE-SOR	EDAD M.A.	DESCRIPCION LITOLOGICA						
		TEXAS	EUROPA												
MESOZOICA	CRETACICO	SUPERIOR	GOLFIANA	NAVARRO	MAESTRICIANO	MENDEZ	240	84	CONGLOMERADO, GRAVAS, ARENAS DE GRUESA A FINA, ARCILLAS Y LIMOS						
				TAYLOR	CAMPANIANO				LUTITAS Y HARGAS GRISES, LAMINARES FISILES INTERCALADAS CON CALIZAS CRIPTOCRISTALINAS GRISES, FETIDAS LENTICULARES Y CON FRAC-TURA CONCOIDAL						
				AUSTIN	CONIANSANTO-CIANCIANIANO				CALIZAS CALCARENITICAS EN CAPAS DELGADAS INTERCALADAS CON LUTITAS CALCAREAS DE COLOR VERDOSO A CREMA, EXISTENCIA DE BENTONITA ROJA, CAPAS DE PEDERNAL NEGRO Y BLANCO, NUMEROSAS VETILLAS DE CALCITA RELLENANDO LOS SISTEMAS DE FRACTURAS						
				WOOD-EAGLE	SENONIANO				AGUA-NUEVA	240	83	CALIZAS GRIS OSCURAS Y ARCILLAS MICROCRISTALINAS INTERCALADAS CON LUTITAS CALCAREAS BITUMINOSAS Y CAPAS DE BENTONITA			
				BINE-FORD	CIANCIANIANO				LA-CURA	120	115	CALIZAS CONGLOMERATICAS			
				WASHITA	CENOMANIANO				LA-CURA	5	225	CALIZAS NEGRAS A GRIS OSCURO, ESTRATIFICACION ONDULANTE CON BANDAS DE PEDERNAL BLANCO Y NEGRO CON ESTRUCTURA "BOUDINAGE", LA CALIZA ES SUBLITOGRAFICA Y CALCILUTITICA PRESENTANDO INTERCALACIONES DE LUTITAS			
				ALBIANO	ALBIANO				LA-CURA	128	128	CALIZAS CONGLOMERATICAS			
															CALIZAS CONGLOMERATICAS
															CALIZAS CONGLOMERATICAS
															CALIZAS CONGLOMERATICAS

TABLA N.º 1.8.

NOTA: COLUMNA ESTRATIGRAFICA  
 POR EL ING. NESTOR SILVA MEJIA, 1970

sentados por sedimentos de pie de monte constituidos por gravas cuyos fragmentos son el resultado del intemperismo, erosión y transporte de las rocas que afloran en las partes altas.

En general se puede decir, que los sedimentos cuaternarios que se encuentran rellenando los valles de ésta región varían desde gravas en los márgenes de las sierras a limos y arcillas en el centro del valle.

A continuación se da una descripción detallada de cada una de las unidades litoestratigráficas.

## CRETACICO MEDIO

### III.1.1. FORMACION AURORA

#### a) DEFINICION

Heim informó en 1926 el haber encontrado calizas arrecifales en lo que se consideró posteriormente como "Sierra del Abra", que realmente es un cerro alargado que forma parte de las primeras estribaciones de la Sierra Madre

Oriental. Su localidad tipo pueden considerarse los afloramientos que están a un lado de la vía del ferrocarril (kilómetro 541 al 546), 11 kilómetros al Oriente de Ciudad Valles, San Luis Potosí. Esta misma amplitud puede verse ahora en la carretera No. 110 paralela al ferrocarril donde aparecen varias canteras que han dejado al descubierto grandes espesores de caliza.

La localidad tipo en la Sierra del Abra contiene dos miembros:

El Inferior constituido por una caliza de rudistas a la que se le denominó Taninul y el Superior, la caliza con abundantes miliólidos, o sea El Abra, la cual está formada casi exclusivamente por una caliza gris masiva con abundantes miliólidos.

Esta formación tiene muchos equivalentes en distintas partes del país; Eagle Ford y Buda en Chihuahua, El Doctor en el Altiplano de Querétaro, Orizaba en la Cuenca de Veracruz, Morelos y Teposcolula en Oaxaca y Guerrero y Calizas Sierra Madre en Chiapas.

#### b) DISTRIBUCION

En el área de estudio sólo se ha localizado un pe-

queño afloramiento en forma de ventana de calcarenitas de capas medianas y gruesas que van de 50 cm. a un metro de espesor. Se encuentran varios afloramientos a lo largo del valle de Matehuala.

### c) LITOLOGIA Y ESPESOR

Como se mencionó anteriormente, los afloramientos son muy escasos y consisten en calizas de grano grueso de color gris, en algunas ocasiones con olor fétido, presentan estrololitas y concreciones de forma irregular con hidrocarburos aparentes; su potencia se desconoce actualmente. El ambiente de depósito es de plataforma asociado con arrecifes de rudistas.

Su edad corresponde al Albiano Superior y Medio.

## III.1.2. FORMACION CUESTA DEL CURA

### a) DEFINICION

Imlay describió ésta unidad en la parte Occidental de la Sierra de Parras (1936, página 1125) a 6.4 kilómetros-

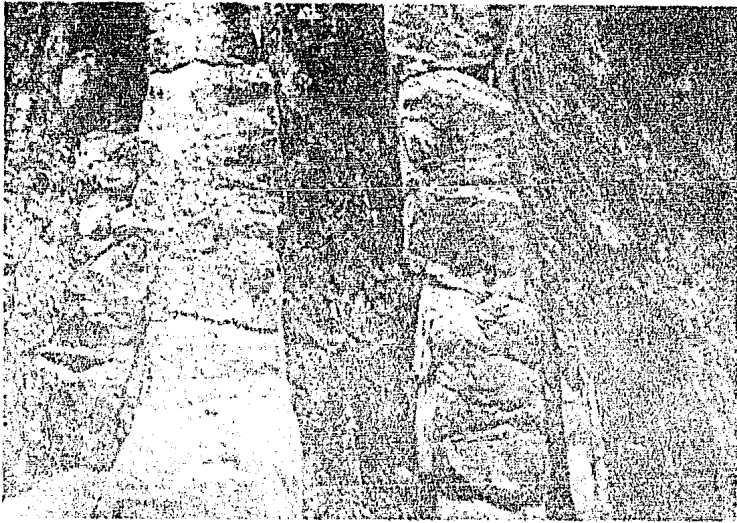


al Poniente de Parras, Coahuila. En ésta localidad la Caliza Cuesta del Cura sobreyace a la Caliza Aurora y está cubierta por la Formación Indidura. La Formación Cuesta del Cura consiste de calizas de color gris oscuro a negro en estratos delgados y medianos bien laminados, con estratificación ondulada y abundantes lentes y bandas de pedernal negro. Por su posición stratigráfica, en áreas donde es extensiva con la Formación Aurora, Imlay considera la Formación Cuesta del Cura como perteneciente a la parte superior del Cenomaniano inferior, alcanzando en la localidad tipo un espesor de 300 metros.

Esta unidad es correlacionable con las siguientes formaciones: Caliza Sierra Madre en Tabasco e Istmo de Tehuantepec, Tamaulipas Superior en la Cuenca Tampico Misantla, parte inferior de la Formación Kiamichi, Grupo Washita e Indiferenciado del NE de México y E de Texas.

#### b) DISTRIBUCION

Es la unidad que presenta mejores exposiciones en el área de estudio y se le puede observar en lo más alto de las sierras por ser la más resistente a los agentes erosivos. Está distribuída casi a todo lo largo de la Sierra del Fraile formando los núcleos de las estructuras. (Fotografías



Fotografía III.1.2.A.-Formación Cuesta del Cura con intercalación de calizas y lutitas.



Fotografía III.1.2.B.-Calizas en estratos medianos con algunas bandas de pedernal de la Formación Cuesta del Cura, al este del Cerro Calabacillas.

## III.1.2.a y III.1.2.b)

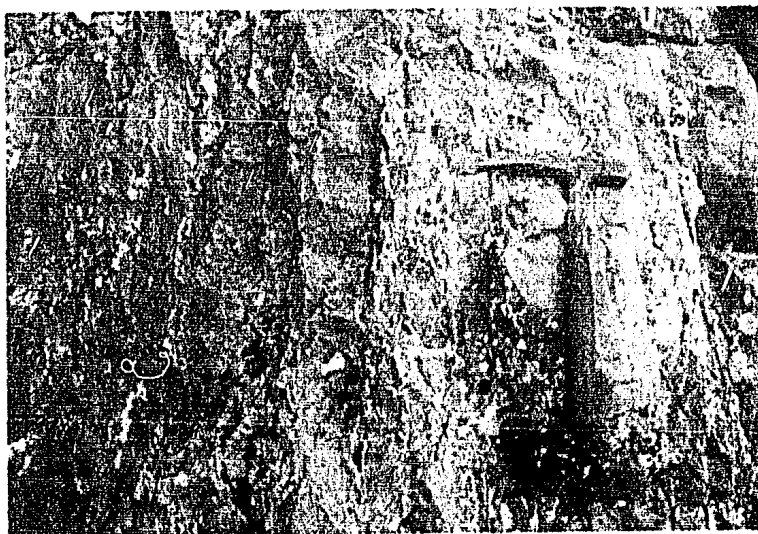
## c) LITOLOGIA Y ESPESOR

Consiste en capas de caliza densa, alternada con capas delgadas de lutitas de color gris oscuro, con estratificación ondulante o "boudinage" con bandas y nódulos de pedernal negro. El espesor de las capas de las calizas es variable y va desde 5 hasta unos 90 centímetros.

En la cima de la formación las lutitas y calizas arcillosas son más abundantes, presentándose en ocasiones sílicificadas como producto de la alteración provocada por los cuerpos intrusivos existentes, sobre todo en la Sierra del Fraile.

## III.1.3. MIEMBRO ARRECIFAL LA PAZ

Suprayaciendo a la Formación Cuesta del Cura y concordante con ella se encuentra el Miembro Arrecifal La Paz, con espesor de 3 a 5 metros y está formado por calizas bioclásticas conglomeráticas con restos de rudistas, radiolarios, bivalvos y otros fósiles, la caliza es compacta de co-



Fotografía III.1.3.A.-Capas gruesas de las calizas arrecifales del Miembro Arrecifal La Paz.



Fotografía III.1.3.B.- Otra exposición del Miembro Arrecifal La Paz en estratos grandes de calizas con abundantes fósiles.

lor gris oscuro, con nódulos esféricos de pedernal.

Se encuentra en casi todo lo largo de la Sierra -- del Fraile y Cerro de Calabacillas. (Fotografías III.1.3.A y III.1.3.b)

Su edad es del Cenomaniano.

Su ambiente de depósito es nerítico somero.

#### CRETACICO SUPERIOR

#### III.1.4. FORMACION AGUA NUEVA

##### a) DEFINICION

El término de Agua Nueva fué introducido por Stephenson (1921) y posteriormente Muir, J.M., (1936) quien fué el que le dió el rango de formación a los sedimentos que descansan directamente sobre la Formación Tamaulipas Superior. Existen unas capas similares a las de ésta unidad a las que se les ha dado el nombre de xilitla, en el pueblo del mismo nombre, en San Luis Potosí, que presentan la misma litología

aunque sus rocas son más bituminosas.

La unidad consiste en capas de 70 centímetros de espesor de calizas y lutitas laminares muy quebradizas. La parte superior se va haciendo más arcillosa a medida que se sube estratigráficamente, ya que las capas de calizas tienen una estratificación mediana y delgada y la lutitas se hacen cada vez más abundantes.

La localidad tipo de ésta unidad se encuentra en el Cañón de la Borrega, en el flanco Occidental de la Sierra de Tamaulipas, cerca del rancho del mismo nombre (Este de la estación de Ferrocarril de Zaragoza).

Su espesor es de 127 metros.

En la Cuenca Tampico-Misantla, alrededor de la Sierra de Tamaulipas y a lo largo de la Sierra Madre Oriental se encuentra en las laderas de las montañas.

En el NE de México, la Formación Agua Nueva está representada por la Formación Indidura.

#### b) DISTRIBUCION

Aflora en las laderas de la Sierra del Fraile, al-

NW del rancho El Sacramento, así como en el arroyo Sin Cabeza, al Poniente de San José de los Sotoles y en general a lo largo de la Sierra que está al Norte de Viborillas.

### c) LITOLOGIA Y ESPESOR

En el área de estudio los afloramientos de la Formación Agua Nueva consisten en calizas con espesores de 10 a 40 centímetros, de color gris claro y a veces gris oscuro, microcristalinas y en partes muy arcillosas. En la base contiene algunas capas de bentonita y lentes de pedernal. (Fotografías III.1.4.A y III.1.4.B)

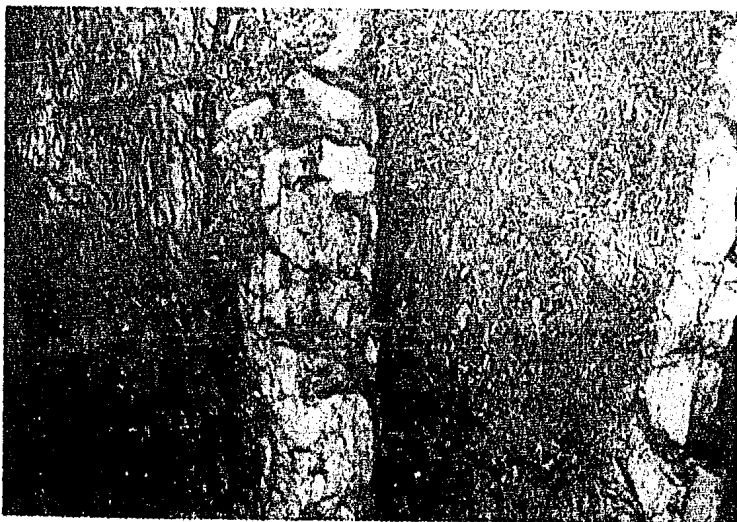
Es muy semejante a la Formación Cuesta del Cura pero, se le puede distinguir por las siguientes características:

- a) Está más plegada que la Cuesta del Cura
- b) El color de las calizas es más claro
- c) El tamaño del grano es más grueso
- d) El Miembro arrecifal La Paz separa a ambas

Tiene un espesor medido de 120 metros y es de edad Turoniano.



Fotografía III.1.4.A.- Capas delgadas y medianas de calizas muy plegadas de la Formación Agua Nueva.



Fotografía III.1.4.B.- Lutitas muy quebradizas interca ladas con calizas que contienen bandas de pedernal co-  
rrespondientes a la Formación Agua Nueva.



### III.1.5 FORMACION SAN FELIPE

#### a) DEFINICION

Jeffreys en 1910 y Muir, J.M. en 1936 describieron la Formación San Felipe como una serie de calizas compactas, arcillosas, con buena estratificación, de coloración gris -- con tintes claros de azul, verde y café, intemperiza a un color crema anaranjado. Son típicos los intervalos de calizas moteados de manchillas ovaladas oscuras que se cree son debidas a la presencia de algas. Conforme se sube estratigráficamente en la sección de calizas se hacen más delgadas las interestratificaciones y ya en la parte superior aparece la Formación Méndez, que consiste precisamente en margas y lutitas pero ya sin calizas.

La localidad tipo de ésta unidad se encuentra en el kilómetro 538 del Ferrocarril Tampico-San Luis Potosí, en la rancharía San Felipe, al Oriente de Ciudad Valles, San Luis Potosí. También se encuentra ampliamente distribuida desde la Planicie Costera del Golfo de México hasta el frente de la Sierra de Juárez en el estado de Oaxaca.

La Formación San Felipe está representada por el Grupo Austin Chalk en el NE de México y parte de Texas.

## b) DISTRIBUCION

Está expuesta en la parte Occidental de la Sierra del Fraile lo mismo que el W y SW del rancho El Sacramento. Aflora también cerca del rancho Guerrero y el W de San José de los Sotoles, en el arroyo Descabezado. (Fotografías ----- III.1.5.A y III.1.5.B)

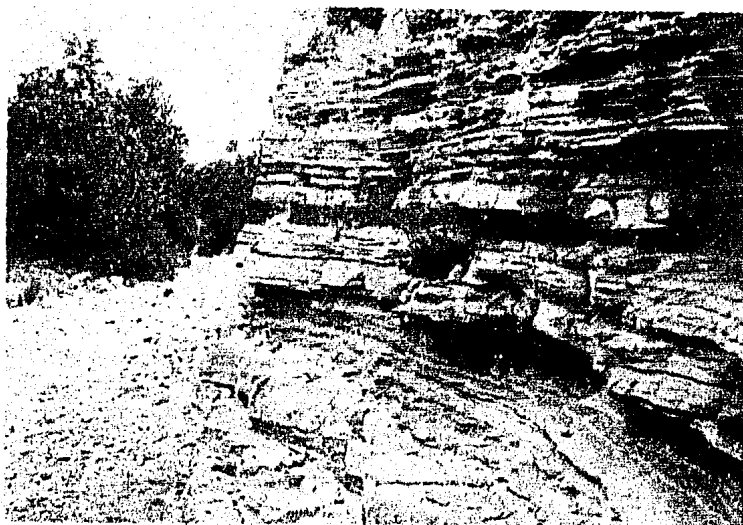
## c) LITOLOGIA Y ESPESOR

En ésta área, la Formación San Felipe está constituida por calizas compactas de color gris claro; presenta estratificación en capas delgadas, alternadas con bancos arcillosos de color verdoso a crema e intercalaciones de bentonita roja; también presenta algunos nódulos de pedernal. La caliza presenta abundantes vetillas de calcita que están rellenando los sistemas de fracturas; en la parte más alta se encuentran intercalaciones de bentonita verde y la caliza se vuelve más arcillosa.

Su edad es del Coniaciano-Santoniano y un espesor aproximado en ésta área de 240 metros.



Fotografía III.1.5.A.- Estratos en posición casi vertical de la Formación San Felipe, al SW del Sacramento



Fotografía III.1.5.B.- Capas de calizas delgadas con algunas intercalaciones de lutitas laminares. Es la Formación San Felipe.

### III.1.6. FORMACION MENDEZ

#### a) DEFINICION

La Formación Méndez fué definida por Dumble en --- 1911, posteriormente lo hizo Jeffreys en 1912 y finalmente - De Golyer, E en 1916 y consiste principalmente de margas gri ses y azules estratificadas en capas de espesor variable. Presentan fractura concoidal muy característica. En la parte superior presentan un aspecto rosado, por lo que se le ha -- llamado "Méndez Rojo", y en ocasiones intercalaciones de mar gas grises. A veces pueden verse capas de arenisca, especial mente en la parte superior; en el contacto con las lutitas y areniscas del Terciario.

La localidad tipo aparece en la Estación del Ferro carril Méndez, al Oriente de Ciudad Valles, San Luis Potosí- y se encuentra ampliamente distribuída en el NE de México: En la Sierra Madre Oriental, desde Monterrey hasta Ciudad -- Victoria, Ciudad Valles, Tamazunchale y Córdoba, ambos lados de la Sierra de Tamaulipas y San Carlos, en San Luis Potosí, Nuevo León y Coahuila, se encuentra oculta en el subsuelo.

En la Cuenca de Parras es equivalente a la Forma-- ción Difunta y en Texas a las Formaciones Navarro y Taylor.

## b) DISTRIBUCION

En el área de estudio los afloramientos de ésta -- unidad son muy escasos pues se encuentra cubierta por los se dimentos lacustres del Cuaternario. Se le puede localizar -- formando amplios valles.

Existen unos afloramientos muy pequeños cerca del rancho El Sacramento y en el arroyo Descabezado, al Poniente del rancho de San José de los Sotoles.

## c) LITOLOGIA Y ESPESOR

En los pocos afloramientos en que se le ha visto - está formada por una serie de lutitas y margas grises, que - intemperizan a color crema o amarillento, son laminares, ff- siles y están intercaladas con calizas grises, fétidas, len- ticulares y con fractura concoidal. Su cima siempre se le ha observado erosionada.

Es de edad Campaniano-Maestritchtiano y aunque no- ha sido medida, se le calcula un espesor de 500 metros.

## TERCIARIO

En la región de Matehuala son muy escasas las rocas de edad Terciaria, las únicas rocas de ésta edad se localizan en la Sierra del Fraile, al Poniente de Villa de La Paz y son cuerpos intrusivos, diques en su mayoría ácidos. Presentan forma más o menos tabular, con espesor medio de 60 metros, aunque hay algunos más pequeños.

La composición de éstos diques es granodiorítica y cuarzomonzonítica y se les ha asignado una edad del Eoceno al Plioceno.

También existen afloramientos de rocas extrusivas como el basalto que está al NW de la Sierra del Fraile y los derrames que están en el Cerro del Molino, situado cerca de San Juan de Vanegas y el Cerrito de Basalto, situado frente al rancho San Antonio sobre la carretera que va de Cedral a Real de Catorce y los cuales miden alrededor de 40 metros de altura.

Cerca de San Isidro, al NW de Cedral, se ha encontrado basalto en las perforaciones de pozos para agua.

Los principales derrames basálticos del área son - los que se han localizado en las inmediaciones de la Sierra-del Fraile.

## CUATERNARIO

ALUVION. El Cuaternario en ésta área está representado por material aluvial y gravas constituidas por clásticos angulosos y subredondeados de varios tamaños, cementados por carbonato de calcio y se encuentran en las faldas de las montañas.

El aluvi6n, sobre todo en la Cuenca Cedral-Matehuala, presenta algunas depresiones o dolinas, como consecuencia de la disoluci6n de los yesos que ah6 abundan.

El centro del valle donde est6 Matehuala est6 constituido casi en su totalidad por material cuaternario formado por gravas, arenas y arcillas a excepci6n de las lomas -- aisladas o cerritos donde afloran formaciones rocosas resistentes a la erosi6n.

### III.2. TECTONICA

A grandes razgos, el Valle de Matehuala contiene en su subsuelo estructuras geológicas que se han venido desarrollando simultáneamente a las de la Sierra del Fraile que es estribación de la Sierra de Catorce en su flanco NE y la cual no permanece al margen de la orogenia que dió lugar a la Sierra Madre Oriental a la que pertenece.

Las estructuras existentes, en forma regional dan la apariencia de un anticlinorio que contiene estructuras anticlinales y sinclinales con ejes orientados generalmente de Norte a Sur.

Este anticlinorio, en su parte Occidental o sea en lo que corresponde a la Sierra de Catorce, según Pesquera V. (1959), contiene su estructura más grande que es un anticlinal con una gran cantidad de fallas que han dado lugar a horsts y gravens.

La Sierra del Fraile está formada por un anticlinal recumbente, inclinado hacia el Oriente, con rumbo general Norte-Sur, muy fracturado y con una longitud aproximada de 10 kilómetros y contiene rocas marinas del Cretácico. Este anticlinal está cortado en su flanco Oriental por una



gran falla a la que se le dió el nombre de Dolores y tiene una orientación casi Norte-Sur y un echado de  $75^\circ$  hacia el Poniente. Se le ha observado superficialmente a lo largo de aproximadamente 4 kilómetros. Su desplazamiento vertical varía de un lugar a otro, según Spurr (1912) es de 975 metros, García (1967) le asigna un desplazamiento de 1,500 metros, pero en las obras que se llevan a cabo en el Distrito minero de La Paz, por estratigrafía, se le ha calculado un movimiento vertical de 600 metros, cerca del centro.

Esta falla, unida a las elevaciones debidas a los intrusivos causaron que el Cerro del Fraile alcanzara una altura de 2,858 metros sobre el nivel del mar. Los intrusivos granodioríticos y cuarzomonzoníticos crearon una aureola de metamorfismo, de tal modo que las calizas de las Formaciones Agua Nueva y Cuesta del Cura fueron metamorfizadas a tectitas y skarns, formándose así yacimientos minerales de rendimiento económico como sulfosales de plata, argentita, esferita, etc.

Dentro del anticlinal de Dolores las rocas fueron plegadas, formando pequeñas estructuras sobre todo en unidades que debido a su debilidad fueron plegadas fácilmente.

En el valle de Matehuala, como ya se ha mencionado, son muy raros los afloramientos que hay, solamente en peque-



Fotografía III.2.- Discordancia que muestra los intensos movimientos tectónicos en los alrededores del Cerro del Fraile, al W de La Paz.

ñas lomas, pero éstos presentan la misma similitud a los descritos con anterioridad en las orientaciones de sus ejes, sólo que aparentemente no han sido muy afectados por las fallas.

### III.3. GEOLOGIA HISTORICA

Durante el Albiano y parte inferior del Cenomaniaco se depositaron los sedimentos de las Formaciones Aurora y Cuesta del Cura, la primera se depositó en aguas someras, cercanas a la costa, a medida que los mares se retiraban; pero tal parece que durante el Albiano Superior hubo pequeñas oscilaciones e irregularidades en el fondo marino, pues los sedimentos asignados a ésta formación están constituidos por una alternancia de unidades, una formada por capas de calizas delgadas con bandas de pedernal e interestratificaciones arcillosas y la otra por capas gruesas de calizas con abundantes fósiles característicos de las unidades arrecifales y con algunos nódulos de pedernal, la segunda, o sea la Formación Cuesta del Cura se depositó en un ambiente batial, un poco más profundo que la Formación Aurora y sus ondulaciones y estructura boudinage se deben a movimientos del fondo marino.

Los sedimentos de la Formación Agua Nueva probablemente fueron depositados al haber una transgresión de los mares por algún hundimiento de la región, cambiando las condiciones de depósito durante el Cenomaniano Superior y Turoniano.

Durante el Coniaciano y Santoniano las características del área no cambiaron mucho y se depositaron los sedimentos de la Formación San Felipe, muy semejantes a los de la Formación Agua Nueva. Los mares continuaron avanzando durante el Campaniano y Maestrichtiano para que se depositaran las calizas, lutitas y margas de la Formación Méndez.

La Formación de la Sierra Madre Oriental tuvo su origen a principios del Terciario, debido a los esfuerzos -- provenientes del Oeste y Suroeste, los que plegaron los sedimentos del llamado Geosinclinal Mexicano, fenómeno conocido como Revolución Laramide, Muir (1936), lo cual originó en el área pliegues asimétricos, fallas y fracturas. De Cserna --- (1957) opina que fué hasta el Eoceno cuando se originaron los pliegues de la Sierra Madre Oriental y que los esfuerzos que dieron origen a la Revolución Laramide fueron de compresión en dirección Este-Oeste y Noreste-Suroeste.

Casi toda la parte montañosa del área, después de haber sido plegada por los efectos de la Revolución Laramide,

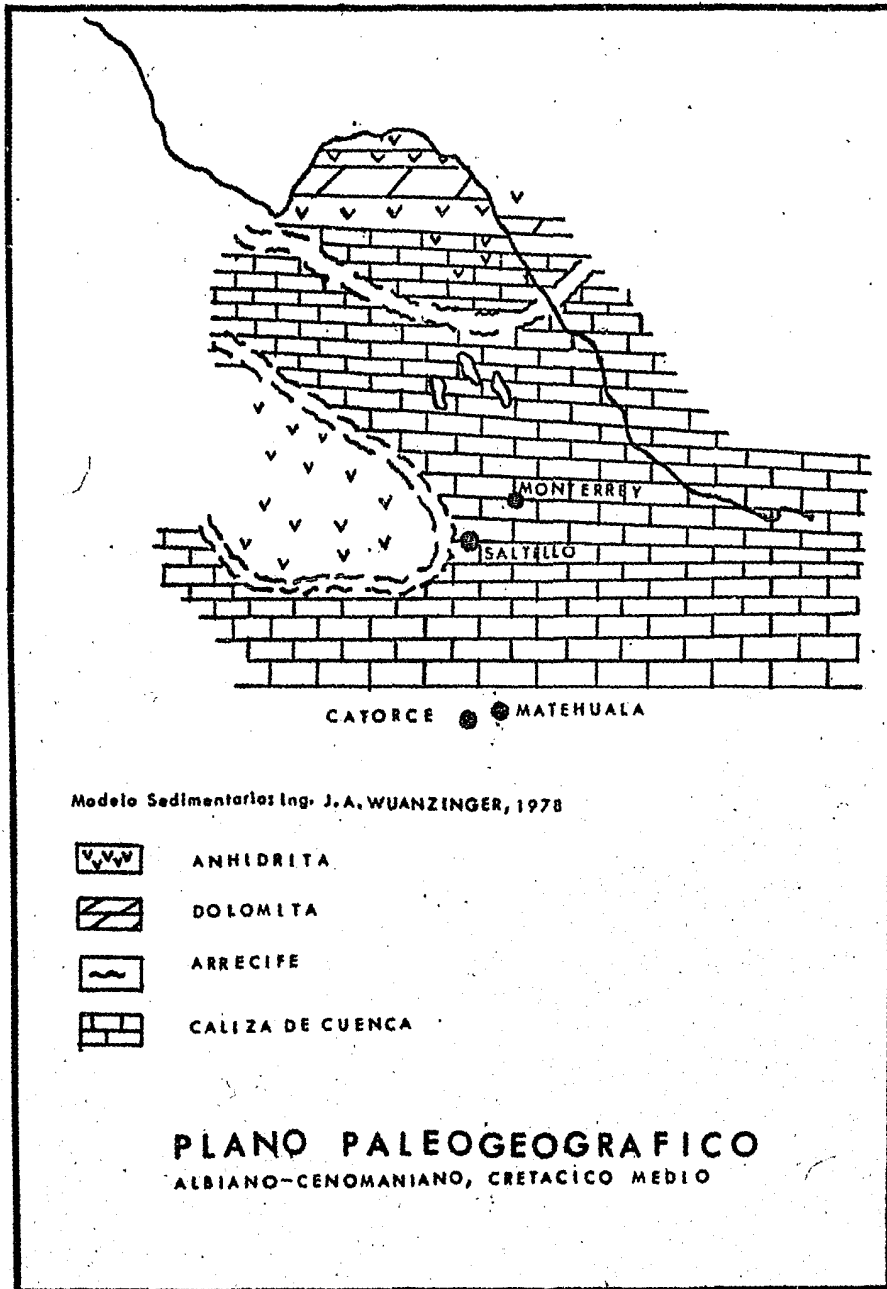


FIG. III.3.

sufrió nuevos disturbios provocados por fuerzas verticales de gran magnitud. En el Cerro del Fraile, al W de La Paz, -- las rocas plegadas con anterioridad fueron intrusionadas por diques granodioríticos de grandes magnitudes. Los mismos esfuerzos dieron lugar a fallamientos que desviaron las capas sedimentarias que se habían plegado, lo que provocó la formación de pequeños valles y escarpes, poniendo al descubierto formaciones de edad más antigua.

Los derrames basálticos existentes en el área, tal vez sean debidos a un período de vulcanismo durante el Mioceno y Plioceno.

Los sedimentos yesíferos y abanicos aluviales son probablemente de edad Pleistocénica hasta el Reciente (Grande López, 1968).

#### III.4. GEOLOGIA ECONOMICA

##### III.4.1 MINERIA

Dentro del área de estudio existe una gran actividad minera, sobre todo en la parte Occidental de Matehuala.

Las minas pequeñas son explotadas por gambusinos y ocasionalmente por sus propietarios cuando la mina es de rendimiento económico aceptable.

El centro minero más importante es el Distrito Minero de Santa María de la Paz, situado a 9 kilómetros al W de Matehuala, el cual ocupa en su totalidad a 800 personas. Este distrito contiene varias minas, entre las que se pueden mencionar; San Agustín, El Pilar, San Acacio, Dolores y Kildum, explotándose algunas de ellas desde hace más de un siglo; en 1959 se explotaba plata, manganeso, hierro y cobre (Meza, 1967), actualmente se explotan sulfosales de plata, oro, plomo, cobre y zinc, beneficiándose con unas 1400 toneladas de mineral al día.

Los minerales de mena son calcopirita, pirrotita, bornita, covelita, galena, esfalerita, argentita, tetrahedrita y sulfoantimoniuros. La ganga está constituida por fluorita, calcita y silicatos de calcio.

Las rocas sedimentarias más afectadas por los intrusivos y fluidos mineralizantes son las Formaciones Cuesta del Cura y Agua Nueva, ya que, en ellas se encuentra la mayor parte de la mineralización.

La producción minera al día de las cuatro minas --

más importantes, es como sigue:

Dolores	550 Ton/día
San Agustín	325 Ton/día
El Pilar	300 Ton/día
San Acacio	225 Ton/día

#### III.4.2. AGUA

El abastecimiento de agua para la región proviene de pozos perforados al NW de Matehuala y de manantiales que se encuentran en la Sierra de Catorce. Los primeros se localizan dentro de calizas y arenas pertenecientes a las formaciones cretácicas y los segundos que aparece en la superficie a través de fracturas y fallas en las calizas de la Sierra de Catorce.

También se extraen gastos considerables de agua en los alrededores de Cedral, Villa de La Paz y Sur de Matehuala, la cual se emplea para el riego. Estos acuíferos están a diferentes profundidades, dentro de sedimentos no consolidados.



### III.4.3. BANCOS DE MATERIALES

Los materiales en su mayor parte están formados -- por gravas y arenas, producto del desgaste de las calizas en lo alto de las sierras y las cuales se emplean en la elaboración de blocks, los que a su vez se usan para la construcción.

También al pie de los cerros se localizan bancos calichosos cuaternarios que se emplean en la construcción del basamento de las viviendas.

Las arcillas y yesos del área de Cedral hacen una excelente pasta para la elaboración de cuartones, elementos necesarios para la construcción de las paredes de las casas, lo mismo que los adobes, unidades que sirven para el mismo fin y que se elaboran de arcilla.

#### IV HIDROGEOLOGIA

##### IV.1. LOCALIZACION HIDROLOGICA DEL AREA

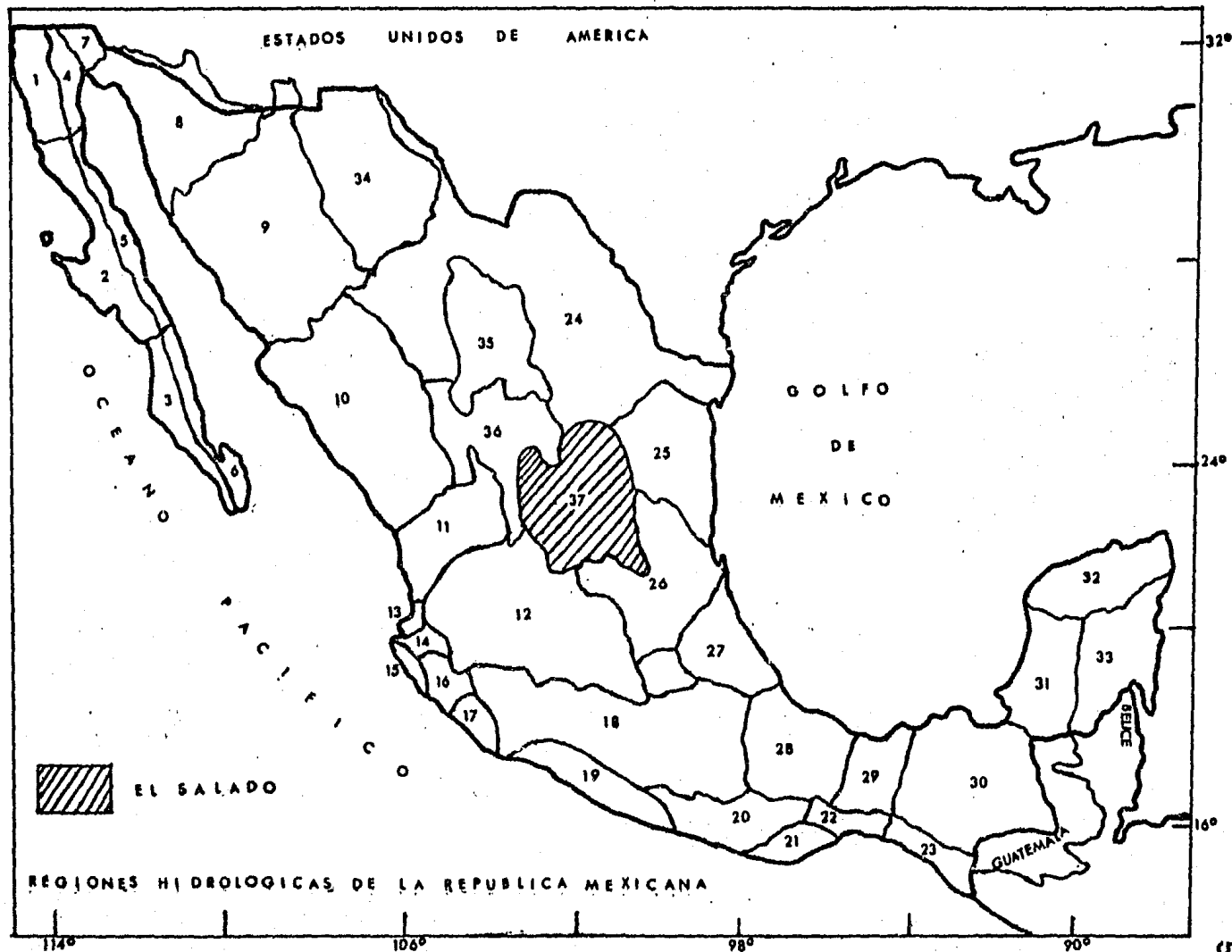
El área de estudio se encuentra situada dentro de la Región Hidrológica No. 37, llamada El Salado (Fig. IV.1.-A.), cuyas características principales se mencionan a continuación.

Ocupa una superficie total de 87,788 kilómetros cuadrados, que representa el 4.5% del territorio Nacional y sus límites son los siguientes:

Al Norte con las Regiones Hidrológicas No. 36 (Cuenca de los ríos Nazas y Aguanaval) y la No. 24 (Cuenca del río San Juan).

Al Este con la Cuenca de los ríos San Fernando y Soto la Marina (Región Hidrológica No. 26). Este límite está constituido orográficamente por medio de la Sierra Madre Oriental.

Al Sureste con la Región Hidrológica No. 26 (Bajo-Pánuco).



REGIONES HIDROLOGICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

FIG. IV.1.A.

Al Suroeste con la Región Hidrológica No. 12 (Cuenca Lerma-Santiago).

Al Oeste con la Región Hidrológica No. 36 (Cuenca del río Aguanaval).

La Región Hidrológica El Salado es una de las vertientes interiores más importantes del país. Se localiza en la Altiplanicie Septentrional y la mayor parte de su territorio se sitúa a la altura del Trópico de Cáncer, que lo atravieza. Tiene una altitud promedio de 2,000 metros sobre el nivel del mar aproximadamente.

Este conjunto hidrográfico está constituido por 64 Cuencas cerradas de muy diferentes dimensiones que suman un total de 87,788 km.2 área total de la Región Hidrológica El Salado.

A continuación se enlistan las principales Cuencas cerradas, tomando como límite inferior un área de 2,000 KM.2.

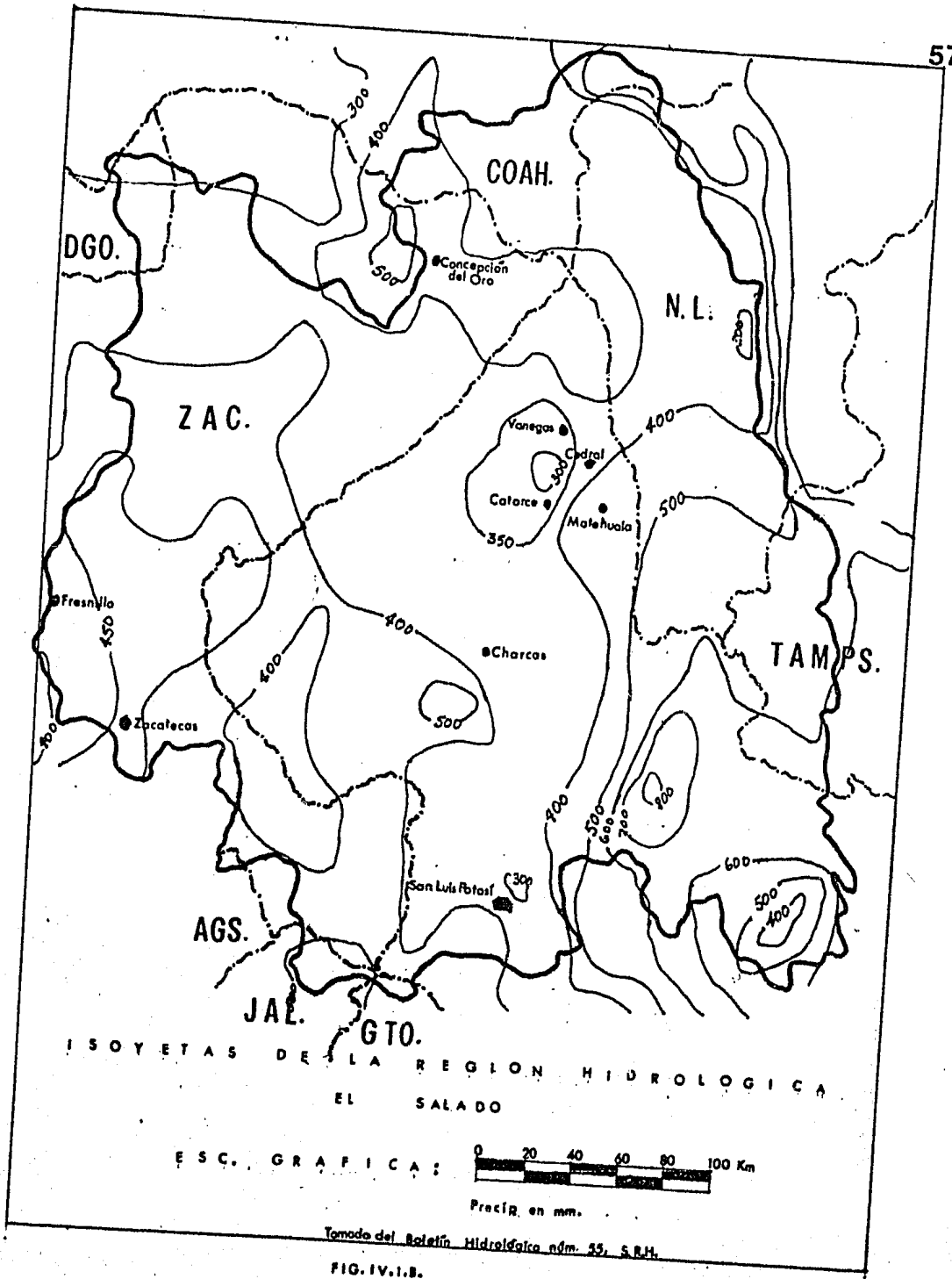
NOMBRE DE LA CUENCA	EXTENSION EN KM 2
Arista-Matehuala	14,985
Laguna La Mancha	12,293
El Salado	7,925

San Nicolás	3,611
Jesús María de Berrones	2,864
Potrero San Isidro	2,665
Estación Bonanza	2,218
Laguna El Perdido	2,088
San Andrés	2,064

La Región Hidrológica El Salado comprende parcialmente territorio de ocho estados de los cuales San Luis Potosí con 39% del área total y Zacatecas con 33% son los que la forman principalmente. Contiene también partes pequeñas de - Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas, Durango, Jalisco y Aguascalientes (Fig. IV.1.C)

La lluvia media anual de ésta Región se distribuye como sigue, tomando como base las isoyetas medias anuales de la República Mexicana:

- a) La precipitación anual oscila entre valores que van de 300 a 800 mm.
- b) La zona más lluviosa está al SE, con precipitación que va de 500 a 800 mm.
- c) La zona de menor precipitación corresponde a Zacatecas (La Bufa), Vanegas, San Luis Potosí y -



ESC. GRAFICA: 0 20 40 60 80 100 Km

Precip. en mm.

Tomado del Boletín Hidrológico núm. 35, S.R.H.

FIG. IV.1.B.

Las Presas, Nuevo León, en cuyos lugares la pre cipitación es menor a los 300 mm.

- d) Los valores predominantes en el resto de la Re- gión Hidrológica varían entre los 350 y 400 mm. de lluvia media anual (Fig. IV.1.B)

#### IV.1.1. CUENCA ARISTA-MATEHUALA

Tiene una orientación Norte-Sur que se inicia un - poco más al Norte de Cedral y termina cerca de San Luis Poto sí (Fig. IV.1.C).

Las corrientes permanentes de agua son muy pocas y de un gasto muy bajo. Entre éstas corrientes se cuentan el - Río de la Presa, Río Justino (Arroyo La Parada) y Río La Ma- roma.

La mayor parte de la Cuenca está compuesta por co- rrientes que drenan únicamente en épocas de lluvia y las --- principales son los arroyos; El Tule, Moctezuma, de las Pi-- las, Astillero y Las Jaras.





## IV.2. HIDROLOGIA SUPERFICIAL

El bolsón en el que se localiza Matehuala no contiene corrientes que tengan flujo todo el año debido a la escasas precipitación media anual (Fig. IV.2).

Existen corrientes muy breves tanto en su longitud como en su gasto como la del Río Jordán en La Maroma y la -- del riachuelo de El Jato, ambas producidas por pequeños ma--nantiales que a su vez varían su gasto dependiendo de la época del año, ya que en temporada de lluvias se recargan los -acuíferos, lo cual no sucede en los meses invernales que es--cuando la lluvia es más escasa.

Las corrientes intermitentes o arroyos que bajan - de lo alto de las sierras que rodean Matehuala, son muy cor--tas y las que llegan a tener una longitud mayor se pierden - en la Gran Planicie ya que existen grandes resumideros como--los que se encuentran al Norte y Noroeste de la Ciudad y los cuales parecen continuarse como huecos irregulares semejantes a grietas o a conductos en forma de vanas. Por éstos embudos se pierde una gran cantidad de aguas superficiales.

Por otro lado y sobre todo en las rancharías con - deficiente abastecimiento de agua, se ha cavado en las par--tes bajas del terreno con el fin de captar el valioso líqui-



Fotografía IV.2.- Estanque que se utiliza para captar los raros escurrimientos superficiales en temporadas de lluvias.

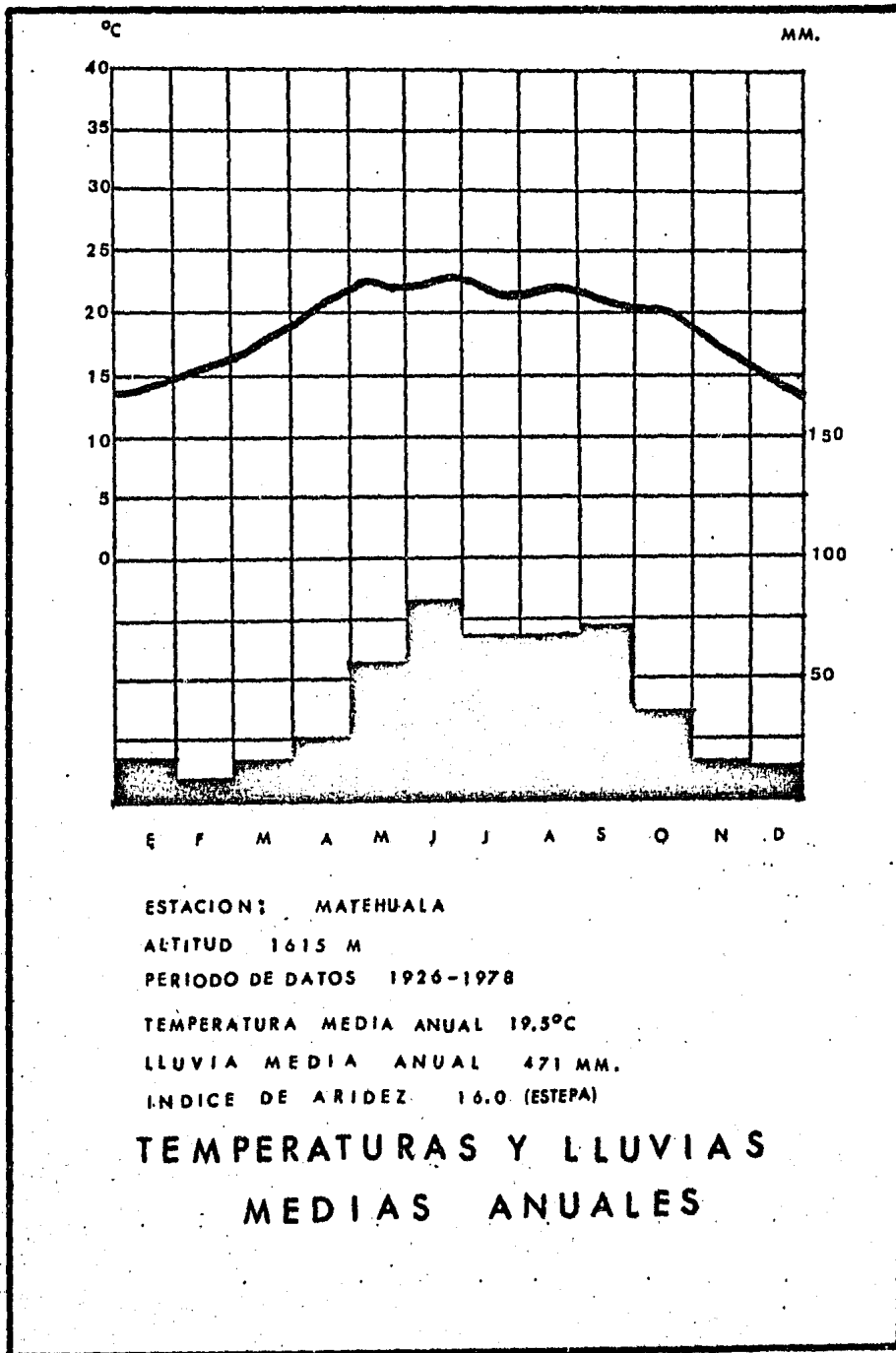


FIG. IV.2.

do cuando éste circula con mayor abundancia. Estos receptáculos acumulan el agua para resistir la temporada de sequía ya que se utiliza para dar de beber al ganado y en raras ocasiones para el uso doméstico. (Fotografía IV.2.).

No hay en el área construcciones que capten agua - en cantidades considerables porque en primer lugar no existen corrientes continuas, la precipitación es muy baja, la - evaporación es muy alta y geológicamente no existen las condiciones necesarias que exigen obras como las presas.

### IV.3. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

#### IV.3.1. INTRODUCCION

La ciudad de Matehuala se ubica en la porción Central Norte de una gran Planicie de tipo desértico, perteneciendo a la Cuenca cerrada que puede denominarse Cedral-Matehuala. Esta amplia Cuenca tiene una pendiente general hacia el SE y se drena en ese sentido posiblemente hacia las calizas permeables de la Sierra Madre Oriental que forman su borde, donde se inicia esa Sierra hacia el Este, con valles muy profundos en relación con la Altiplanicie.

De las condiciones fisiográficas mencionadas con anterioridad y del reconocimiento efectuado se hacen las siguientes observaciones:

La zona de Cedral, que topográficamente tiene una elevación de un poco más de 50 metros superior a Matehuala, abarca algunos puntos donde el acuífero se explota para usos agrícolas por medio de pozos y numerosas norias. Ya en las cercanías de Matehuala, el nivel de las aguas freáticas es más profundo y hacia el SW, no obstante que el terreno baja en ese sentido, no se han localizado mantos del acuífero ni aún a profundidades del orden de los 2,000 metros.

Las variaciones de salinidad en las aguas freáticas de ésta Cuenca, vienen a demostrar una concordancia manifiesta en la profundización del manto freático, pues la salinidad aumenta notablemente en la dirección de Cedral a Matehuala.

#### IV.3.2. FACTORES QUE PROPICIAN LA INFILTRACION, CIRCULACION Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA.

La porosidad de una roca está determinada por la

proporción que ocupan huecos o intersticios en su volumen total. Cuando una roca es muy porosa, más grande es la cantidad de espacios abiertos que contiene; a través de éstos espacios se abre camino el agua subterránea.

Otro factor muy importante es la permeabilidad de las rocas, que muestra la capacidad que tienen para permitir la circulación de fluidos a través de ellas.

Las fallas y las fracturas contribuyen en gran parte al movimiento de las aguas subterráneas. Las fracturas o diaclasas son superficies de discontinuidad que dividen las rocas sin haber desplazamiento pues al haberlo ya se considerarían fallas, aunque por lo general las fallas tienen unas dimensiones mayores que las diaclasas.

A través de las fallas y fracturas, el agua de lluvia inicia su ataque sobre las rocas calcáreas, disolviéndolas gracias al contenido de pequeñas cantidades de ácido carbónico que toma a su paso por la atmósfera.

En resumen, cuando el agua cae, se infiltra en el terreno y disuelve algunos componentes del suelo. Posteriormente el agua puede circular a través de aberturas, poros y grietas y disolver materia adicional a medida que se mueve. La cantidad de materia disuelta contenida en el agua varía -

de un lugar a otro dependiendo del tipo de roca que se trate y se mide en términos de partes de materia disuelta por millón de partes de agua.

De las rocas consolidadas del área de Matehuala se puede decir que, en su mayoría son impermeables ya que el alto contenido de arcilla que hay en las formaciones provoca que las calizas, aún siendo permeables, se vuelvan casi impermeables. Su porosidad es muy baja pero la gran cantidad de fallas y fracturas han permitido que el agua circule a grandes profundidades, como se ha demostrado en las minas de La Paz, en donde se han localizado acuíferos confinados en las calizas de la Formación Agua Nueva.

La baja o casi nula permeabilidad de las calizas en los bordes del valle ha provocado que el agua que se infiltra en el terreno forme un acuífero entre los sedimentos no consolidados cuyo flujo va generalmente en una dirección Norte-Sur, iniciándose al Norte de Cedral, lugar donde recibe recarga de las corrientes que drenan hacia el flanco Oriental de la parte Norte de la Sierra de Catorce.

El acuífero recibe además aportes de corrientes superficiales provenientes del flanco Occidental de la Sierra El Azul.

En los pozos que se han perforado en la Región de La Pastoriza y un poco más al Oeste del mismo lugar han mostrado que el acuífero se recarga en una corriente subterránea con agua químicamente más pura, proveniente del W.

Probablemente existen también acuíferos confinados dentro de las calizas arrecifales de la Formación Aurora, -- unidad que presenta características un poco diferentes a las demás ya que la disolución y fenómenos cársticos están presentes en éstas rocas que no han sido bien exploradas.

#### IV.3.3. APROVECHAMIENTOS DEL AGUA SUBTERRANEA

El acuífero está siendo explotado en su mayoría -- por pozos, norias y en menor proporción por manantiales.

Se han levantado algunos censos de los aprovechamientos de agua subterránea del área y entre los más importantes están los que se mencionan en la tabla IV.3.3.A.

Merecen mencionarse, aunque estén un poco alejados del área los pozos perforados en el rancho San Isidro, al NW de Cedral, de profundidades de alrededor de los 150 metros y que es de donde se han obtenido las cantidades y calidades--



NO.	TIPO DE APRO- CHAMIENTO	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD TOTAL	DIAM. DEL ADESTATI- ME	NIVEL ESTATI- CO	NIVEL DINAMI- CO	CAUDAL lts/Seg	USO DEL AGUA	MATERIAL PREDOMI- NANTE.
1	Manantial	Ojo de Agua	1	-	0.0	-	0.5	Doméstico	Aluvión
2	Pozo	Hotel Las Palmas	200	12 pulg	17.49	-	-	Recreat.	Aluvión
3	Pozo	Hotel Las Palmas	200	" "	14.90	26.73	4	"	Aluvión
4	Noria	Matahuala	16.50	-	13.70	-	-	Inactivo	Aluvión
5	Noria	R. Los Angeles	125	12 pulg	22.73	-	12	Agrícola	Aluvión
6	Pozo	" " "	110	10 "	17.59	-	-	Inactivo	Aluvión
7	Pozo	R. Los Angeles	30	12 "	20.18	26.15	6.45	Agrícola	Aluvión
8	Noria	" " "	30	-	26.85	-	-	Doméstico	Aluvión
9	Pozo	O. de las Animas	125	14 pulg	67.31	79.34	9.85	Agrícola	Aluvión
10	Pozo	Santa Lucía	150	14 "	13.76	-	-	Inactivo	Aluvión
11	Pozo	Santa Lucía	78	" "	9.91	14.45	46.55	Agrícola	Aluvión
12	Pozo	Aeropista Matah.	73	10 "	15.50	-	-	Inactivo	Aluvión
13	Pozo	San Rafael	13	12 "	11.01	-	-	Agrícola	Aluvión
14	Pozo	San Rafael	200	12 "	12.14	-	-	Inactivo	Lutitas
15	Noria	Santana	38.50	-	36.24	-	-	Abrevad.	Aluvión
16	Noria	San Isidro	21	-	15.38	-	12.85	Agrícola	Aluvión
17	Pozo	San Isidro	150	14 pulg	22.42	63.50	17.65	Potable	Aluvión
18	Pozo	San Isidro	150	" "	22.00	91.50	21.45	Potable	Aluvión
19	Pozo	San Isidro	150	" "	14.30	93.21	17.50	Potable	Aluvión
20	Pozo	La Concepción	60	No tiene	29.20	31.00	2.6	Inactivo	Aluvión
21	Noria	La Concepción	34	-	30.30	-	-	Doméstico	Aluvión
22	Noria	La Concepción	32	-	29.42	-	-	Doméstico	Aluvión
23	Noria	La Pastoriza	43	-	40.24	-	-	Doméstico	Aluvión
24	Noria	La Pastoriza	48	-	44.46	-	-	Doméstico	Aluvión
25	Noria	La Pastoriza	46	-	44.68	-	-	Doméstico	Aluvión
26	Pozo	La Pastoriza	150	10	120	-	3.0	Doméstico	-
27	Noria	Los Laureles	6	-	1.80	-	-	Doméstico	Lutitas
28	Noria	Limonas	4	-	2.20	-	-	"	Lutitas
29	Noria	Limonas	13	-	10.50	-	-	Inactivo	Lutitas

T A B L A IV. 3.3.A.

NUM. P.	TIPO	P.H. DEL AGUA	TEMP °C	SOLIDOS TOT. DIS.	Na+K <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/l	CLASIFICACION DE WILCOX
4	N	7.0	21	1408	0.10	320	48	549	0	85	38	C3S1
5	N	7.0	22	1280	0.10	360	72	427	0	354	245	C3S1
6	P	7.0	23	1280	0.10	360	72	427	0	645	96	C3S1
7	P	7.0	23	1280	0.10	360	72	427	0	645	100	C3S1
8	N	7.0	22	1280	0.10	360	72	427	0	354	245	C3S1
9	P	7.0	24	2240	0.10	320	170	457	0	645	288	C4S1
10	P	7.0	22	1472	0.10	320	80	140	01	63	148	C4S1
11	P	7.0	22	1472	0.10	320	80	140	01	63	148	C4S1
12	P	7.0	15	320	0.70	320	24	91	0	49	336	C2S1
15	N	7.0	22	2304	0.10	360	170	610	0	638	148	C4S1
16	N	7.0	18	1344	0.20	320	72	451	0	425	86	C3S1
17	P	7.0	22	1510	0.20	320	72	451	0	425	86	C2S1
18	P	7.0	22	1510	0.20	320	72	451	0	425	86	C2S1
19	P	7.0	22	1510	0.20	320	72	451	0	425	86	C2S1
20	P	7.0	22	220	0.80	90	14	135	0	95	16	C2S1
21	N	7.0	22	294	0.80	88	19	134	0	141	19	C2S1
22	N	7.0	22	220	1.90	72	4	140	0	70	14	C2S1
23	N	7.0	22	634	0.20	240	24	305	0	155	96	C3S1
24	N	7.0	21	416	0.20	124	70	305	0	106	33	C2S1
25	N	7.0	21	384	1.60	100	24	183	0	141	28	C2S1
26	P	7.0	22	1490	0.80	115	45	183	0	141	30	C2S1
27	N	7.0	19	512	1.30	84	49	152	0	212	52	C3S1
28	N	7.0	20	320	0.70	160	24	97	0	233	172	C2S1
29	N	7.0	20	230	1.30	80	17	103	0	113	81	C2S1

T A B L A IV.3.3.B.

más aceptables de agua para el uso doméstico debido a su baja cantidad de sales.

En los alrededores de Cedral y aún en el propio pueblo el agua empieza a ser menos potable, probablemente debido a los yesos y evaporitas que afloran en el área, por tal motivo la gran cantidad de pozos con los que se cuenta se utilizan para el riego de huertas, en los sembradíos de jitomate, cebolla y otras hortalizas.

El Manantial de Ojo de Agua, a unos 4 kilómetros al Norte de Matehuala, se utiliza en riego de milpas, como abrevadero y para uso doméstico. (Fotografía IV.3.3.)

El Manantial Baño de Vanegas, que brota a unos 400 metros de la hacienda del mismo nombre, las aguas surgen por grietas abiertas en un depósito de travertino que alcanza un espesor aproximado de 25 metros, la temperatura del agua es de 30°C y la ambiental es de 23°C, el gasto del manantial es de 30 litros por segundo y se utiliza para fines recreativos y posteriormente para riego.

El pozo del Olivar de las Animas de 125 metros de profundidad en el aluvión y que es utilizado para el riego de los olivos.



Fotografía IV.3.3.- Uno de los pocos aprovechamientos del agua subterránea es el Manantial de Ojo de Agua - que se utiliza con fines agrícolas.

Las norias de Limones y Laureles que se encuentran al Oeste del Cerro del Fraile aportan parte del líquido con el que se abastece a La Paz. Su salinidad es baja y se le utiliza para usos domésticos.

También se mencionan en la tabla IV.3.3.a. pozos y norias que se encuentran produciendo en lugares como los alrededores de Matehuala, Rancho Los Angeles, Santa Lucía, San Rafael, Santana, La Concepción, Pastoriza, etc.

Aunque el nivel freático baja mucho en tiempos de sequía, la mayoría de los pozos continúan produciendo. Algunas perforaciones que se llevaron a cabo hace ya varios años ya se han agotado pues las excavaciones habían sido muy someras y otras, a pesar de haberse perforado a profundidades del orden de 200 metros, han resultado fallidos.

#### IV.3.4. ANALISIS QUIMICOS

El agua que circula y se almacena en el subsuelo, al tener contacto con las sales y minerales formadores de las rocas las disuelven, incorporando una cierta cantidad de elementos en disolución.

La concentración de sales en el agua depende prin-

principalmente del grado de solubilidad de las rocas.

El valle de Matehuala se encuentra constituido por materiales de relleno como gravas, arenas y arcillas, producto éstas del intemperismo y erosión de rocas calizas, pero en la parte Central del Bolsón se encuentran intercalados entre los materiales granulares mencionados, horizontes de sales evaporíticas de yesos y anhidritas.

El contacto del agua subterránea con éstas rocas, es la causa principal de su comportamiento químico.

Se han elaborado estudios de muestreo de agua subterránea con el fin de conocer su composición química y así determinar su calidad para usos domésticos o agrícolas así como para complementar el funcionamiento del acuífero.

Las muestras han sido examinadas en laboratorio y se les ha determinado lo siguiente:

- 1) Temperatura del agua al momento del muestreo
- 2) Potencial Hidrógeno
- 3) Sólidos Totales Disueltos
- 4) Sodio
- 5) Calcio
- 6) Magnesio
- 7) Bicarbonatos

- 8) Cloruros
- 9) Carbonatos
- 10) Sulfatos

Los resultados de los análisis son los siguientes:

**CALCIO.**- Este ión, junto con el magnesio son los principales responsables de la dureza del agua. Proviene de casi todo tipo de suelos y rocas pero en especial de las calizas, dolomitas, yesos y anhidritas. En el agua del área de estudio se le ha encontrado en concentraciones variables, -- que van de 72 a 360 partes por millón, con un promedio de -- 201 ppm.

**MAGNESIO.**- Proviene principalmente de la disolu--- ción de rocas dolomíticas, junto con el Calcio son los princi--- pales elementos que causan la dureza. Se encontró en concen--- traciones mínimas de 4 ppm. y máximas de 170 ppm. y en un -- promedio de 49 ppm.

**SODIO.**- Este elemento proviene de un gran número - de rocas y que al juntarse con los cloruros se precipitan - en forma de sal de cloruro de sodio. Se registraron valores - variables.

**BICARBONATOS.**- Es el producto de las reacciones --

químicas originadas por el agua, el bióxido de carbono y el hidrógeno, los cuales en un gran número de combinaciones dan origen a los bicarbonatos. Se le encontró en concentraciones que varían de 91 a 610 ppm. con un promedio de 249 ppm.

CLORUROS.- Se encuentran en grandes concentraciones en el agua del mar, o en horizontes evaporíticos de cloruro de sodio que fueron depositados en zonas costeras y que actualmente se encuentran en las calizas, donde son disueltos por el agua. Se determinaron valores que van de 63 a 645 ppm. con un promedio de 229 ppm.

SULFATOS.- Proviene de la disolución de yesos y anhidritas, las cuales son unos de los principales constituyentes de los rellenos del Bolsón de Matehuala. Debido a que se trata de una sal de fácil disolución, las concentraciones encontradas en el agua que tiene contacto con las sales evaporíticas, es muy alta, con valores mínimos de 16 ppm. y máximos de 336 ppm. con promedio de 85 ppm. (Fig. IV.3.6.)

#### IV.3.5. DISTRIBUCION DE SOLIDOS DISUELTOS

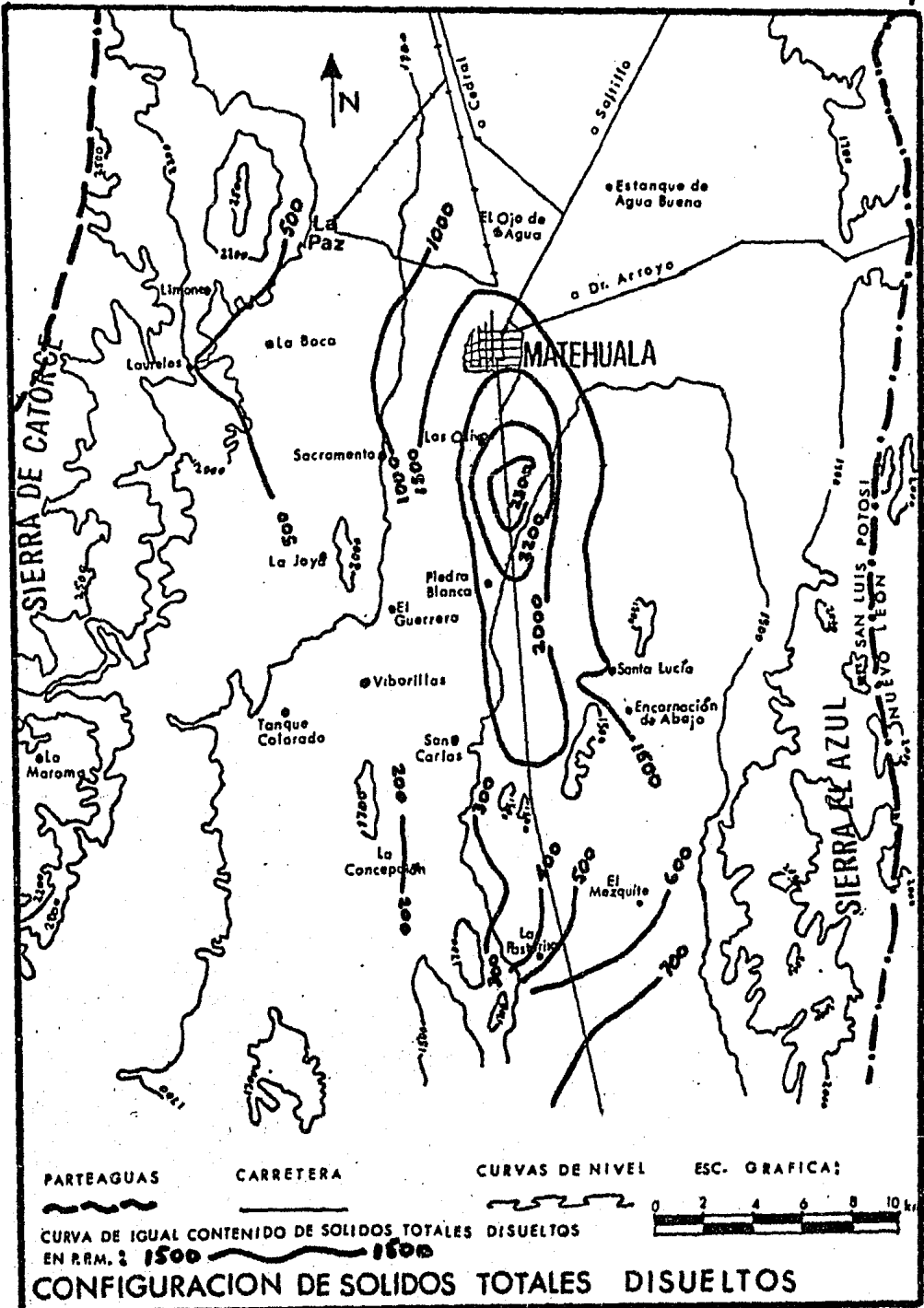
En la figura IV.3.5 se observa que entre Matehuala y los Ranchos de San Carlos y Encarnación de Abajo, se comporta como una unidad independiente y aparentemente separada



del sur del valle por los lomeríos de rocas calizas que se encuentran hacia ese lugar. En ésta área se tiene agua con valores altos en sales a excepción de algunos aprovechamientos de bajo rendimiento, localizados arriba de La Paz, a una altura de 500 metros sobre el piso del valle.

La mayor parte del agua subterránea tiene alrededor de 1,500 ppm. de sólidos totales disueltos, llegándose a encontrar máximos de 2,300 ppm. en la parte Central, a 3 kilómetros al Sur de Matehuala.

Entre los poblados de La Concepción y Pastoriza se nota una zona con bajos contenidos salinos, del orden de 200 ppm. en el primer poblado, que se incrementa hacia la Carretera Federal Matehuala-San Luis Potosí, hasta 600 ppm. Esto indica que ésta porción del acuífero funciona en forma independiente a la unidad descrita como Matehuala y debe recibir un aporte de agua proveniente de las calizas y/o de los pies de monte ubicados al Oeste, agua que circula en dirección WE para recargar a lo que se puede considerar el acuífero principal de la zona.



PARTEAGUAS      CARRETERA      CURVAS DE NIVEL      ESC. GRAFICA:

CURVA DE IGUAL CONTENIDO DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS EN P.P.M. 1500

**CONFIGURACION DE SOLIDOS TOTALES DISUELTOS**

FIG. IV.3.5.

#### IV.3.6. DISTRIBUCION DE SULFATOS

Existen valores muy bajos en las estribaciones de las sierras y valores muy altos hacia el valle.

En el área de Matehuala se encontraron valores menores de 200 ppm. en los flancos de las sierras, los cuales cambian rápidamente a más de 1,000 ppm. hacia el centro del valle. Esta distribución ratifica la existencia de sedimentos yesíferos de fácil disolución que forman parte de los rellenos. En el área de La Concepción-Pastoriza, se presentan valores menores de 50 ppm. de sulfatos. (Fig. IV.3.6.)

#### IV.3.7. USO DEL AGUA

Cuando el agua se presenta en concentraciones menores de 1,000 ppm. de sólidos totales disueltos se considera de buena calidad y utilizable en el hogar para el consumo humano. Si el agua contiene entre 1,000 y 2,000 ppm. de sólidos totales disueltos se considera de mediana calidad y con ciertas restricciones, en cambio, si sobre pasa de 2,000 ppm. de sales, su consumo es nocivo para el ser humano. Si -

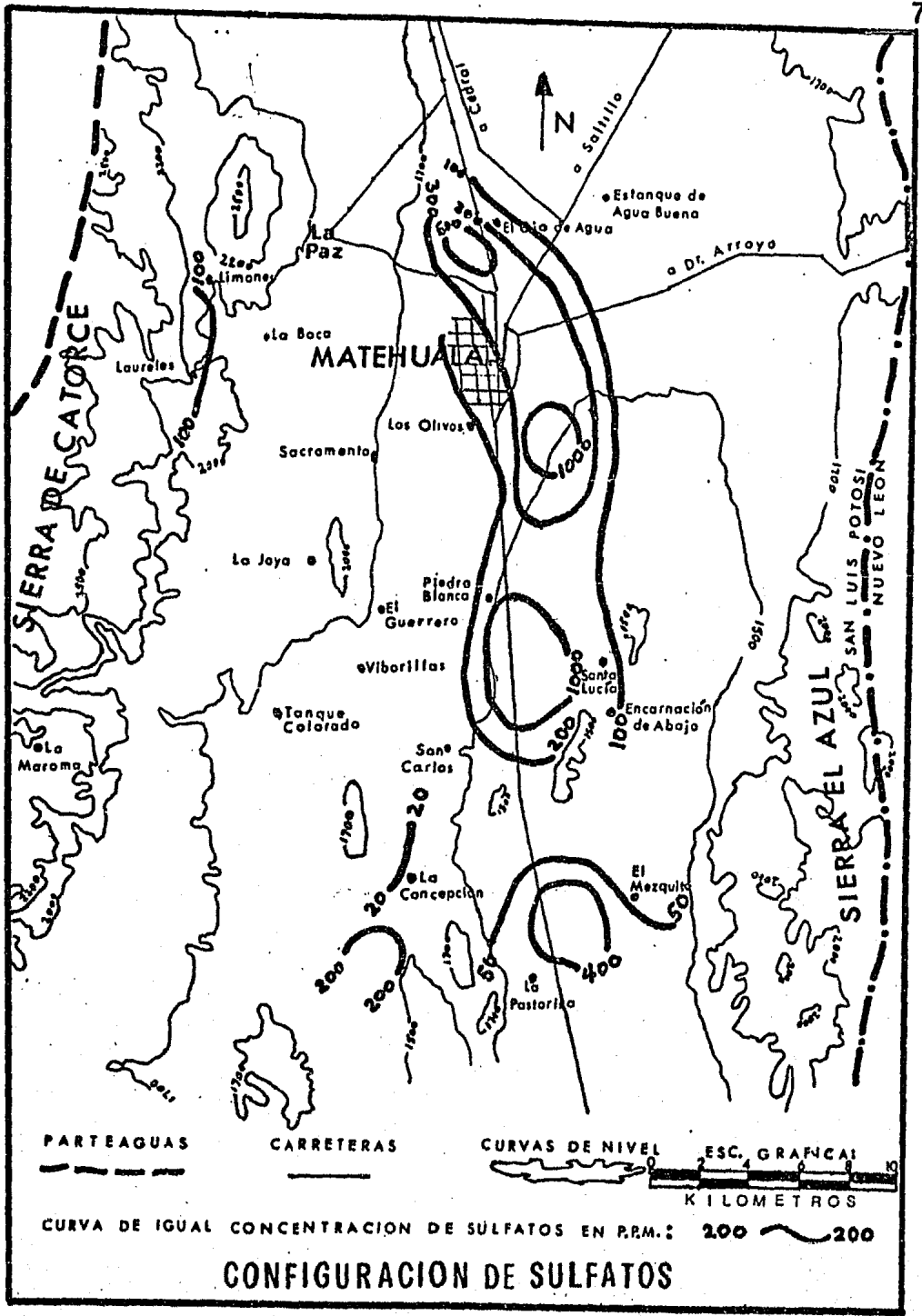


FIG. IV.3.6.

contiene concentraciones menores de 250 ppm. de sulfatos se puede considerar potable.

Por lo tanto, las únicas zonas con agua aceptable para el consumo doméstico están al W de La Paz, Noria de los Conos, Encarnación de Abajo, Santa Lucía, La Concepción-La Pastoriza y el NW de Cedral, en el área de San Isidro que aunque presenta algunas restricciones, se obtiene la mayor parte del agua que consume Matehuala.

#### IV.3.7.A. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA REGION.

Como se puede notar, la ciudad de Matehuala se encuentra muy lejos de los lugares en que se localiza agua de buena calidad para el consumo de la población por lo que desde 1915 se hicieron gestiones para traerla de donde fuera necesario. Se le encontró en la Sierra de Catorce en un lugar llamado Las Adjuntas que es donde se unen tres corrientes; Arroyos La Alberca, El Jordán y La Maroma. De ahí circula por un canal a cielo abierto hacia La Sepultura, de donde viaja hasta Matehuala en canal de mampostería o en tubería de hierro en una topografía muy accidentada. (Fotografía IV.3.7.A.), a una distancia de 37 kilómetros. Toda el agua -

circula por gravedad y no es suficiente para utilizarla en riego de cultivos ya que de Las Adjuntas parten 35 l/seg. pero Matehuala únicamente llega un caudal de 15 a 20 l/seg. -- porque a través de su curso alimenta a las rancherías de San Bartolo, La Pila, El Chilar, La Presa, La Presita, Tanque Colorado, Viborillas, El Guerrero, El Herrero, El Refugio, San José de los Sotoles, Palmas, El Sacramento, San Vicente y el excedente a Matehuala. A partir de 1958 el caudal fué insuficiente y se buscaron nuevas fuentes. Se perforaron pozos en San Isidro, poblado al NW de Cedral. Estos pozos están funcionando desde 1965 y aportan un caudal que va de 140 a 180 litros/seg. el cual viaja a lo largo de 37 kilómetros por tubería de asbesto cemento que hace ramificaciones a los poblados de Rancho Nuevo y Salitrillo del Refugio.

El gasto se obtiene de un total de 7 pozos perforados con diferentes profundidades, desde 60 hasta 300 metros.

Sumando los caudales de La Sepultura y San Isidro dan aproximadamente 200 litros/seg. los cuales se consumen sin tratamiento alguno pero resultan insuficientes para las necesidades actuales de 80,000 habitantes por lo que se están llevando a cabo nuevas exploraciones.

Villa de La Paz tiene problemas de abastecimiento-



Fotografía IV.3.7.A.-Acueducto que sirve para transportar agua potable desde La Sepultura hasta Matehuala, a lo largo de 37 kilómetros de longitud.

de agua potable pues la que se encuentra en sus alrededores está muy profunda y no es de buena calidad para el consumo del hogar. El agua potable que consume La Paz proviene de aprovechamientos que se encuentran en Laureles y Limones donde es transportada por un acueducto que pasa por el poblado de La Boca a la que también alimenta.

La zona Cedral, con abundantes acuíferos en y alrededor del pueblo, se abastece de pozos perforados en San Isidro ya que los mantos acuíferos de Cedral no producen líquido lo suficientemente puro para el consumo local.

El resto del área presenta agua que químicamente no es pura y por consiguiente no es apropiada para el consumo doméstico.

#### IV.3.7.B. USOS AGRICOLAS

Se ha clasificado el agua por el método de Wilcox para determinar en base a la salinidad y el sodio perjudicial, la calidad de agua para riego.

La salinidad se ha medido a través de conductivi-



dad eléctrica y el sodio perjudicial, por medio de la relación de adsorción de sodio.

NUMERO DE MUESTRAS	CLASE DE AGUA PARA RIEGO
0	C1S1
12	C2S1
0	C2S3
8	C3S1
0	C4S2
4	C4S1

#### SIGNIFICADO

C1	Bajo contenido de sales
C2	Medio contenido de sales
C3	Alto contenido de sales
C4	Muy alto contenido de sales
S1	Baja proporción de sodio perjudicial
S2	Medio proporción de sodio perjudicial
S3	Alta proporción de sodio perjudicial

Como se puede notar, el porcentaje más alto de las muestras tomadas indican un contenido medio de sales y una baja proporción de sodio perjudicial.

Un porcentaje menor de las muestras indican un alto contenido de sales y una baja proporción de sodio perjudicial. Estas aguas se pueden utilizar preferentemente en suelos arenosos, que presentan buen drenaje para que se lave el suelo y así evitar acumulación de sales nocivas.

Un porcentaje muy bajo de las muestras indican la presencia de un muy alto contenido de sales y una baja proporción de sodio perjudicial, en este caso lo más conveniente es dejar de utilizarla para riego ya que la acumulación de grandes cantidades de sales es perjudicial y si se llegara a usar, debe hacerse una selección de cultivos tolerantes a dichas sales.

De lo anterior se concluye que la mayor parte de los lugares donde se produce agua en esta zona son apropiados para que dicha agua sea utilizada para usos agrícolas.

## V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### V.1. CONCLUSIONES

1.- El área de Matehuala está localizada dentro de un gran valle, con sierras del orden de 2,500 o más metros de altura sobre el nivel del mar, clima seco, precipitación baja y evaporación alta. Todos los factores anteriores influyen de una u otra manera para que el agua superficial sea muy escasa.

2.- Las calizas cretácicas se encuentran aflorando en las Sierras de Catorce y El Azul, así como en el Cerro del Fraile y con menos frecuencia aparecen en la superficie de algunas lomas que sobresalen del amplio valle. De lo anterior se concluye que en los alrededores predominan los sedimentos cuaternarios, producto de la erosión de las unidades más antiguas.

3.- Geológicamente el área presenta características poco favorables para almacenar agua subterránea. Los plegamientos de las estructuras son muy intensos en las partes montañosas pero la presencia de fracturas y la gran can-

tividad de fallas, así como la presencia de fenómenos de disolución pueden ser buenos indicios para pensar que las calizas pueden constituir acuíferos.

4.- Con estudios detallados es posible determinar si las formaciones cretácicas contienen agua en algunos lugares, en otras palabras, quizás existan acuíferos confinados dentro de las calizas cretácicas, sobre todo en la unidad -- que se presenta más favorable que es la Aurora en sus miembros arrecifales que se extienden a casi todo lo ancho del valle, lo que si se puede asegurar es que el agua circula libremente entre los sedimentos cuaternarios del bolsón.

5.- A partir de las mediciones del nivel estático de los aprovechamientos de agua subterránea y las curvas de nivel del plano topográfico, se ha podido determinar la dirección del flujo de agua del acuífero. En forma general es como se indica a continuación:

Los pozos perforados al NW de Cedral muestran buena calidad del agua, pero a medida que se avanza hacia el Sur los aprovechamientos van aumentando su contenido de sólidos totales disueltos hasta las lomas de los ranchos de Encarnación de Abajo y San Carlos. Es probable que el alto contenido de sólidos totales disueltos se deba en gran parte a los horizontes evaporíticos y yesíferos, tan comunes en los alre-

dedores de Matehuala.

El bajo contenido de sales en disolución de los ranchos El Mezquite y La Pastoriza indican que los flujos -- subterráneos que provienen del Oeste, o sea de los flancos -- Orientales de la Sierra de Catorce se unen al acuífero principal de la zona.

El agua subterránea fluye en dirección Norte-Sur y se le incorpora el flujo que proviene de la Sierra de Catorce cerca de la Pastoriza para continuar su viaje hacia el Sur, probablemente hasta El Huizache.

6.- Las principales zonas de recarga del acuífero se encuentran al Norte de Cedral y el flanco Oriental de la Sierra de Catorce, donde la precipitación de lluvia es un poco más alta en comparación con el resto del área.

## V.2. RECOMENDACIONES

1.- Hacer estudios detallados para localizar nuevas fuentes de agua potable ya que los pozos y manantiales -- de donde se surte actualmente son insuficientes para abastecer a las necesidades más elementales de la población, sobre

todo en temporadas de sequía.

2.- Localizar lugares que reúnan las características adecuadas para almacenar agua en cantidades suficientes para abastecer a la región.

La construcción de una boquilla en el arroyo de Limones, al W de La Paz, podría ser de utilidad aunque es de área muy reducida y de recursos hidráulicos escasos ya que los posibles escurrimientos serían de poco volumen.

De cualquier manera conviene estudiar topográficamente la capacidad del vaso y el aprovechamiento que puede lograrse ya que aún gastos muy reducidos serían muy valiosos bien sea para Matehuala o La Paz que también sufre escasez.

3.- Es recomendable que se lleven a cabo investigaciones para conocer el costo del tratamiento de las aguas salobres de los alrededores de Matehuala o de Cedral para que se puedan utilizar con fines domésticos.

4.- Asesorar a las personas que se dedican a la agricultura para recomendarles que cultivos son los más aceptables de acuerdo con el tipo de suelo y el contenido de sales en el agua de los aprovechamientos subterráneos que utilizan.

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

- 1.- Barragán Hernández, J.M.      Estudio Hidrogeológico --  
del área de San Rafael, -  
Nuevo León.  
Tesis Profesional  
Facultad de Ingeniería, -  
U.N.A.M.
  
- 2.- Consejo de Recursos Naturales No Renovables      Mosaico Fotogeológico de-  
la Región de Cedral, S.L.P  
Inédito.
  
- 3.- DETBNAL      Cartas Topográfica, Geoló  
gica y de Climas de Mate-  
huala, Cedral y Catorce.
  
- 4.- Galvez, Vicente      Informe preliminar de la-  
Hidrología Subterránea de  
las zonas de Cedral, Mateh  
huala, Vallejo y Ciudad -  
del Maíz en el Edo. de --  
S.L.P.

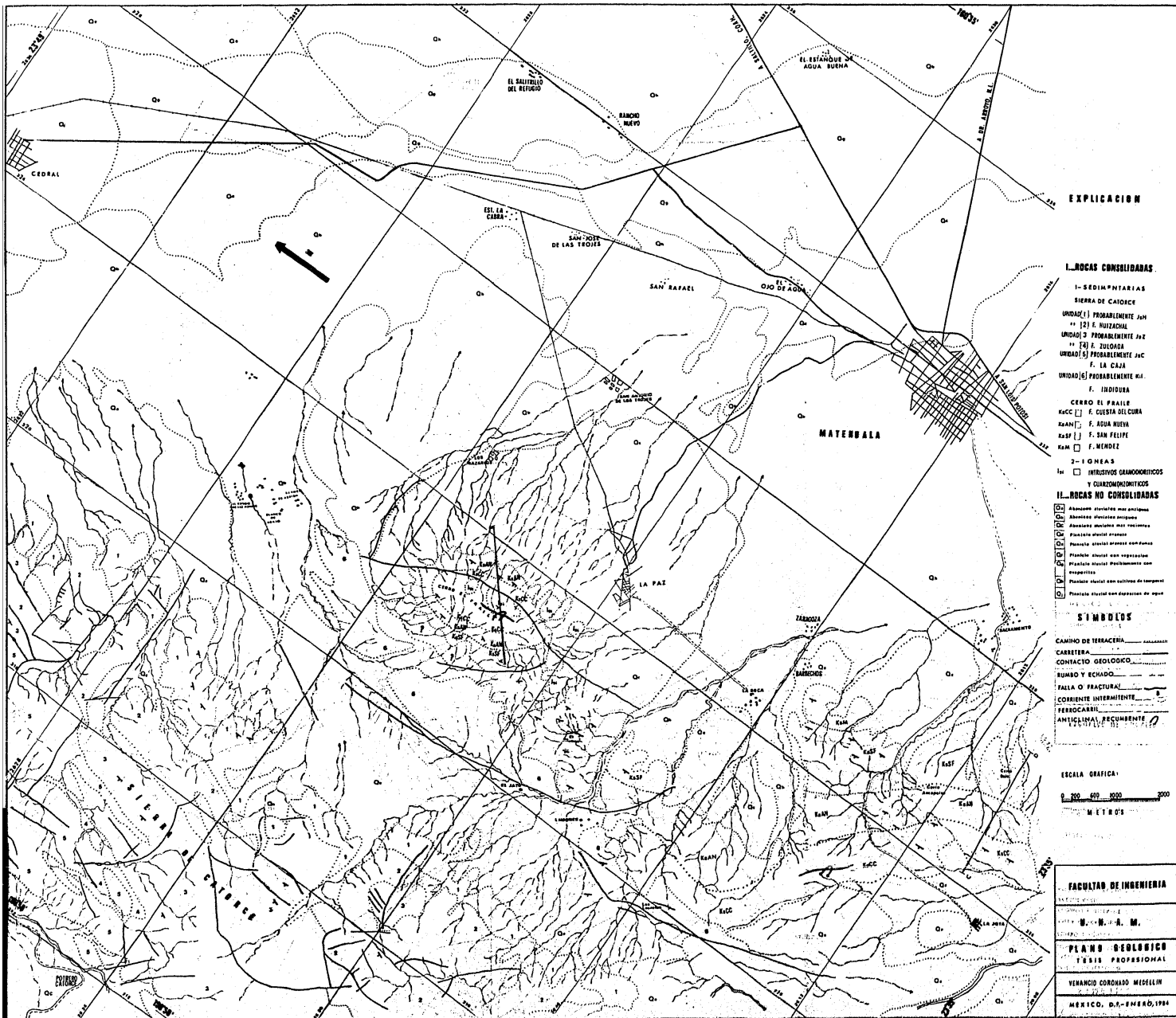
- 5.- Geohidrología Mexicana, S.A  
Secretaría de Agricultura y  
Recursos Hidráulicos..  
Servicios de Prospección-  
y levantamientos Geológi-  
cos y Geofísicos en la zo-  
na de Charco Blanco-Mate-  
huala, Edo. de S.L.P.
- 6.- Heinz Lesser, Jones  
La Explotación de Aguas -  
Subterráneas en las regio-  
nes desérticas de México.
- 7.- López Ramos, E.  
Geología de México  
Tomo II, Tercera Edición,  
1982.
- 8.- Motilla Moreno, J. de J.  
Estudio Geológico del Area  
Pastoriza-Matehuala, Muni-  
cipios de Villa de Guadalu-  
pe, La Paz y Matehuala, --  
S.L.P.  
Trabajo Recepcional, USLP  
San Luis Potosí, S.L.P., -  
1973.



- 9.- Pérez Ibargüengoitia, G.      Estudio Geológico-Geoquímico de la zona Ojo de -- Agua, en la porción Suro-oriental de la Sierra de - Catorce, S.L.P.
- 10.- Secretaría de Industria y Comercio, Dirección - General de Estadística.      IX Censo General de Población 1970, Estado de San-Luis Potosí.
- 11.- S.R.H. Comisión de Agua Potable Monterrey      Estudio Geohidrológico de Acuíferos regionales en - las calizas Monterrey.
- 12.- Secretaría de Recursos-Hidráulicos.      Boletín No. 55, Región Hidrológica No. 37 El Salado.
- 13.- Villalobos Gutiérrez, - G.M.      Yacimientos de Metamorfis- mo Igneo en la Paz, S.L.P. Trabajo Recepcional, USLP San Luis Potosí, S.L.P.

## A N E X O S

- 1.- Plano Geológico
- 2.- Secciones Geológicas



**EXPLICACION**

**I.-ROCAS CONSOLIDADAS.**

- 1- SEDIMENTARIAS
- SIERRA DE CATORCE
- UNIDAD (1) PROBABLEMENTE JAH
- 12) F. HUIZACHAL
- UNIDAD (2) PROBABLEMENTE JAZ
- 13) F. ZULOGA
- UNIDAD (3) PROBABLEMENTE JAC
- F. LA CAJA
- UNIDAD (4) PROBABLEMENTE JIA
- F. INDIOBUA
- CERRO EL PRALLE
- KACC [ ] F. CUESTA DEL CURA
- KAAH [ ] F. AGUA NUEVA
- KASZ [ ] F. SAN FELIPE
- KAM [ ] F. MENDEZ

**2- IGNEAS**

- [ ] IGNEOS DIABASICOS
- [ ] CUADRONOMITICOS

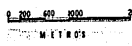
**II.-ROCAS NO CONSOLIDADAS**

- [ ] Aluviones cuaternos sin clasificar
- [ ] Aluviones pleistocenos antiguos
- [ ] Aluviones pleistocenos modernos
- [ ] Aluviones cuaternos con vegetacion
- [ ] Aluviones cuaternos con vegetacion
- [ ] Aluviones cuaternos con vegetacion
- [ ] Aluviones cuaternos con vegetacion
- [ ] Aluviones cuaternos con vegetacion
- [ ] Aluviones cuaternos con vegetacion
- [ ] Aluviones cuaternos con vegetacion

**SIMBOLOS**

- CAMINO DE TERRACERAS
- CARRERA
- CONTACTO GEOLOGICO
- FINADO Y ECHADO
- FALLA O FRACTURA
- CONDENSANTE INTERMITENTE
- FERROCARRIL
- ANTICLINAL RECURBENTE

**ESCALA GRAFICA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

M. N. A. M.

**PLAN GEOLOGICO**

TESIS PROFESIONAL

VENANCIO DONALDO MEDALLIN

MEXICO, D.F. - ENERO, 1964

