



17.  
2ej  
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES HIDRODINAMICAS  
DE UNA PORCION DEL ACUITARDO DE  
TLAHUAC, D.F.  
CHALCO, MEXICO

T E S I S  
Que para obtener el Título de :  
I N G E N I E R O G E O L O G O  
P r e s e n t a :  
VERONICA MAYA CORTES

Director de Tesis:  
ING. ENRIQUE ESPINOSA AMADOR

México, D.F.

**FALLA DE ORIGEN**

1991



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES HIDRODINAMICAS DE UNA  
PORCION DEL ACUITARDO DE TLAHUAC, D.F.  
CHALCO, MEXICO.

C O N T E N I D O

	Pagina
RESUMEN	
CAPITULO I	
INTRODUCCION.....	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Objetivos del estudio.....	9
1.3 Metodología de trabajo.....	9
1.3.1 Actividades de campo.....	9
1.3.2 Actividades de gabinete.....	10
CAPITULO II	
GENERALIDADES	
11.1 Localización y vías de comunicación.....	11
11.2 Fisiografía.....	12
11.3 Uso de suelo.....	15

## CAPITULO III

### GEOLOGIA

III.1	Estratigrafía.....	16
III.1.1	Cretacico.....	16
III.1.2	Terciario.....	16
III.1.3	Cuaternario.....	18
III.2	Tectonica.....	21
III.3	Estratigrafía local.....	23

## CAPITULO IV

### HIDROLOGIA SUPERFICIAL

IV.1	Region Hidrológica.....	28
IV.1.1	Rio San Francisco.....	29
IV.1.2	Rio de La Compañía.....	29
IV.1.3	Rio Ameca.....	29
IV.2	Zona Hidrográficas.....	30
IV.3	Estaciones Hidrométricas.....	32
IV.4	Lluvia.....	32
IV.5	Temperatura.....	33
IV.6	Evaporacion.....	34
IV.7	Evapotranspiracion.....	35
IV.8	Clima calculado.....	36
IV.9	Histograma.....	41

## CAPITULO V

### HIDROGEOLOGIA

V.1	Unidades Hidrogeologicas.....	42
V.1.1	Cuerpo Superior Lacustre - Acui- tardo.....	42
V.1.2	Cuerpo Intermedio Superior - Gra- nular y Basaltico.....	42
V.1.3	Cuerpo Intermedio Inferior - Vol- canico.....	43
V.1.4	Cuerpo Inferior Calizo.....	43
V.2	Caracteristicas Hidrodinamicas.....	44
V.3	Modelo Conceptual del Funcionamiento de la Cuenca.....	45
V.3.1	Modelo Global.....	45
V.3.2	Agua Subterranea.....	46

## CAPITULO VI

### INSTALACION DE LA RED PIEZOMETRICA

VI.1	Construccion.....	47
VI.2	Instalacion.....	48
VI.3	Problematica presente en la instalacion.	49

## CAPITULO VII

### MARCO TEORICO

VII.1 Pruebas de Bombeo - Recuperacion Piezo-	
metrica.....	50
VII.2 Programas de Computo.....	53

## CAPITULO VIII

### DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES HIDRODINAMICAS DEL ACUITARDO

VIII.1 Analisis de Graficas.....	55
VIII.2 Gradientes Piezometricos Verticales...	57
VIII.3 Propiedades Hidrodinamicas.....	59
VIII.3.1 Gasto.....	59
VIII.3.2 Transmisibilidad.....	60
VIII.3.3 Conductividad Hidraulica Ho-	
rizontal.....	60
VIII.3.4 Conductividad Hidraulica --	
Vertical.....	61
VIII.3.5 Coeficiente de Almacenamien-	
to.....	61
VIII.3.6 Coeficiente de Almacenamien-	
to Especifico.....	62

**CAPITULO IX**

<b>APLICACIONES PRACTICAS.....</b>	<b>67</b>
------------------------------------	-----------

**CAPITULO X**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>X.1 Conclusiones.....</b>	<b>68</b>
------------------------------	-----------

<b>X.2 Recomendaciones.....</b>	<b>71</b>
---------------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>72</b>
--------------------------	-----------

**ANEXOS**

## ILUSTRACIONES

### ANEXOS

1. Datos de Estaciones Piezometricas.
2. Tabla de funciones.
3. Programas de Pendientes y Gastos.
4. Calculos de Pendientes.
5. Calculos de Gastos.
6. Graficas de Profundidad contra Tiempo.
7. Graficas de Gasto contra Tiempo.
8. Graficas de Gasto contra Tiempo con valores representativos.
9. Graficas de Gasto contra Profundidad.
10. Graficas de Estabilizacion.
11. Graficas de Gradientes Verticales.
12. Calculo de Pendientes de Gradientes Verticales.

### CUADROS

- 2.1.1. Distribucion de la superficie de la Cuenca de Mexico segun las Entidades Federativas que la forman.
- 4.4.1. Datos de lluvia, temperatura y evaporacion de las estaciones climatologicas.



- 4.4.2. Cálculo del volumen anual llovido.
- 4.5.1. Cálculo del volumen anual de temperatura.
- 4.6.1. Cálculo del volumen anual de evaporación.
- 4.8.1. Cálculo del clima.
- 6.1.1. Profundidad correspondiente a cada piezometro.
- 8.2.1. Datos correspondientes a las gráficas de gradiente piezométrico.
- 8.2.2. Cálculo de la velocidad media de Darcy.
- 8.3.1. Resultados obtenidos de Gasto.
- 8.3.2. Resultados obtenidos de Transmisibilidad.
- 8.3.3. Resultados obtenidos de Conductividad Hidráulica Horizontal.
- 8.3.4. Resultados obtenidos de Conductividad Hidráulica Vertical.
- 8.3.5. Resultados obtenidos del Coeficiente de Almacenamiento.
- 8.3.6. Resultados obtenidos del Coeficiente de Almacenamiento Específico.

## FIGURAS

- 2.1. Localizacion de la Cuenca de Mexico.
- 2.2. Localizacion y Vias de Comunicacion.
- 2.3. Provincias Fisiograficas de Mexico.
- 2.4. Fisiografia.
- 3.1. Columna Estratigráfica.
- 3.2. Alineamientos Tectonicos Principales.
- 3.3. Tectonica del Caribe y del Pacifico Centro-Oriental.
- 4.1. Evolucion de los Lagos en la Cuenca de Mexico.
- 4.2. Hidrologia Superficial.
- 4.3. Estaciones Hidrometricas.
- 4.4. Localizacion de las Estaciones Climatologicas.
- 4.5. Plano de Isoyetas.
- 4.6. Plano de Isotermas.
- 4.7. Plano de Isoevaporacion.
- 4.8. Histograma de Precipitacion.
- 4.9. Histograma de Temperatura.
- 5.1. Circulacion del Agua Superficial y Subterranea.
- 6.1. Instalacion de Piezometros.
- 6.2. a 6.14 Croquis de los Perfiles Piezometricos.
- 7.1. Esquema de un acuífero Semiconfinado.
- 8.1. Localizacion de las Estaciones Piezometricas.

- 8.2. Configuración de Caudales.
- 8.3. Configuración de Isogasto.
- 8.4. Configuración Anómala de Isogasto.
- 8.5. Configuración de Isotransmisibilidades.
- 8.6. Configuración de Isoconductividad Hidráulica Horizontal.
- 8.7. Configuración de Isoconductividad Hidráulica Vertical.
- 8.8. Configuración Anómala de Isoconductividad - Hidráulica Vertical.
- 8.9. Configuración de Isocoeeficiente de Almacenamiento.
- 8.10. Configuración Anómala de Isocoeeficiente de Almacenamiento.
- 8.11. Configuración de Isocoeeficiente de Almacenamiento Específico.
- 8.12. Configuración Anómala de Isocoeeficiente de Almacenamiento Específico.

## **RESUMEN**

### **CAPITULO I INTRODUCCION**

El estudio tiene como finalidad establecer el valor de las propiedades hidrodinámicas de una porción del acuífero de Tláhuac-Chalco y comprobar la eficiencia de los minipiezómetros construidos durante la realización del presente trabajo.

La metodología de trabajo cuenta con dos etapas, la primera son las actividades de campo donde se realizó la construcción e instalación de los 48 piezómetros y la medición de la recuperación de los niveles de agua en cada piezómetro, la segunda etapa corresponde a las actividades de gabinete, donde se analizó tanto la información recopilada como la que se obtuvo en campo. Se realizaron los cálculos correspondientes de las propiedades hidrodinámicas finalizando con el análisis y propuestas de las conclusiones y recomendaciones.

### **CAPITULO II GENERALIDADES**

El área de estudio se localiza dentro de la Cuenca de Chalco-Tláhuac, ubicada en la parte sureste de la Cuenca de México, cubriendo una superficie de 33,556.19 km<sup>2</sup>, que pertenece tanto al Distrito Federal como al Estado de México. Esta zona queda comprendida entre los paralelos 19° 14' 14" y 19° 15' 14" de latitud norte y los meridianos 96° 57' 08" y 96° 57' 45" de latitud oeste.

Las manifestaciones volcánicas que tuvieron efecto durante el último millón de años modelaron el relieve de la región formando la sierra de Santa Catarina que limita el área en su parte norte, la sierra Chichinautzin por la parte sur, la sierra de Rio Frio y la sierra Nevada por el oriente y en la parte poniente se localiza una zona lacustre como el Lago de Xocmilco.

La utilización del uso de suelo es para la ganadería debido a la abundancia de pastizales en la zona, aunque en áreas cercanas se observa el cultivo de maíz y hortalizas.

### CAPITULO III GEOLOGIA

La geología esta basada en el marco estratigráfico local, donde se tienen sedimentos lacustres cuaternarios sobreyaciendo a depositos piroplásticos y eolásticos aluviales así como rocas estrusivas sobreyaciendo a las secuencias anteriores.

### CAPITULO IV HIDROLOGIA SUPERFICIAL

Hidrologicamente esta zona se ubica dentro de la Cuenca Xochimilco-Chalco, donde se localizan los siguientes rios: San Francisco al norte, La Compañia al este y el Rio Ameca al sureste.

El calculo del clima se realizo de acuerdo con el segundo sistema de clasificación de C. W. Thornthwaite, obteniendo que es semi-humedo, templado-frío, con gran deficiencia de agua estival y un tipo de concentración térmica mas baja que el que corresponde al clima.

### CAPITULO V HIDROGEOLOGIA

Se localizan cuatro unidades hidrogeológicas: la primera constituye un acuífero de material lacustre depositado sobre la unidad granular y basáltica a la cual se le denomina cuerpo intermedio superior, que junto con la unidad volcánica denominada cuerpo intermedio inferior actúan como acuífero principal, las cuales se encuentran ubicadas sobre la cuarta unidad que es de origen calcáreo y constituye la frontera inferior, llamada cuerpo inferior caliza.

El acuífero presenta una recarga lateral proveniente de los escurrimientos superficiales y una infiltración local de las capas subyacentes. Las descargas son naturales por medio de manantiales así como de los canales que rodean el área de estudio.

## **CAPITULO VI INSTALACION DE LA RED PIEZOMETRICA**

Los piezómetros fueron construidos con tecnología mexicana de bajo costo y de fácil fabricación. La instalación se realizó entre varias personas donde se presentaron algunos problemas ya que en algunas zonas se encontraron lentes de capa dura que no permitieron la penetración de algunos piezómetros además de que el terreno no contenía la suficiente humedad.

## **CAPITULO VII MARCO TEORICO**

Para la obtención de las propiedades hidrodinámicas se utilizó el método gráfico de Hantush para acuíferos semiconfinados.

Fue necesario la realización de programas de cómputo para simplificar algunos cálculos, así como la aplicación de programas como el LOTUS 123 y el GRAPHER para realizar las gráficas necesarias.

## **CAPITULO VIII DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES HIDRODINAMICAS DEL ACUITARDO**

Los datos obtenidos de las lecturas de los piezómetros (profundidad de los niveles de agua), se graficaron en forma semilogarítmica contra el tiempo para obtener los valores de máximo abatimiento, punto de inflexión y pendiente de la curva.

Los valores obtenidos de las gráficas se aplicaron a las fórmulas correspondientes de cada una de las propiedades.

## **CAPITULO IX APLICACIONES PRACTICAS**

La conexión hidráulica entre el acuífero y el acuífero de la Cuenca de México ha sido estudiado por muchos autores por lo que los resultados de este estudio aportarán datos de interés para conocer las características y magnitud de dicha comunicación.

hidrológica así como los parámetros hidráulicos que permitirán su posterior simulación numérica.

Los resultados teóricos y prácticos obtenidos a través de este estudio marcan los lineamientos que es necesario respetar para los asentamientos territoriales.

## CAPITULO X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1) Los valores promedio que se obtuvieron de las propiedades hidrodinámicas del acuitardo son los siguientes:

PROPIEDAD HIDRODINAMICA	VALOR PROMEDIO	UNIDADES
Gasto	148.8147 XE-11	m <sup>3</sup> /seg
Transmisibilidad	11.8656 XE-11	M <sup>2</sup> /SEG
Cond. Hidr. Horiz.	5.4412 XE-11	m/seg
Cond. Hidr. Vert.	3.2366 XE-08	m/seg
Coef. Almac.	3.6270 XE-03	
Coef. Almac. Especif.	1.2558 XE-03	1/m

2) Los piezómetros construidos para este estudio mostraron una gran eficiencia en su funcionamiento al obtener las propiedades hidrodinámicas, logrando resultados muy útiles, ya sea para tomarlos como punto de partida en estudios más detallados de esta zona o como una medida de comparación para otras áreas con características similares.

3) En el aspecto investigación, este método aporta una metodología práctica al emplear equipo de bajo costo que puede utilizarse en estudios subsecuentes sin grandes inversiones.

### Recomendaciones

1) La difusión del equipo utilizado, para que sirva como instrumento económico en investigaciones someras.

2) Continuar con el proyecto de investigación y darlo a conocer para que las autoridades manejen objetivamente los lineamientos de construcción y reserva ecológica.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Los requerimientos de agua en la ciudad de México son históricos. desde el asentamiento de los Aztecas, esta cultura tuvo una organización rígida, lo que facilitó la operación del manejo del sistema de agua potable y el de los desechos de la Gran Tenochtitlan. Este sistema era muy importante debido a que el agua la tomaban del lago o la traían de tierra firme por lo que evitaban tirar los desechos al lago utilizando canales para recolectar la basura y posteriormente tirarla en tierra firme.

La historia indica que los reyes aztecas paseaban y pescaban en el lago. un pasaje de ella muestra que en el reinado de Moctezuma los aztecas utilizaron como agua potable los manantiales de Chapultepec. lo que fue lógico que se utilizaran esos recursos debido a su presencia natural.

Después de la llegada de los españoles, como conquistadores trataron de destruir la cultura azteca por lo que se asentaron en la Gran Tenochtitlan, utilizando también los manantiales como fuente de abastecimiento de agua potable. Un problema que tuvieron los españoles fue el drenaje de las aguas negras ya que la ciudad está en una cuenca cerrada. Esto generó que los lagos recibieran aguas negras iniciándose de este modo su contaminación.

El asentamiento de la población en la Cuenca de México desde el principio tuvo dos problemas: el agua potable y el manejo de las aguas negras. A medida que ha crecido la ciudad, los problemas han aumentado en forma algebraica. En 1960 la población del Distrito Federal y zona conurbada era de 5'000.000 de habitantes y se abastecía de agua que extraía del subsuelo. Ante los efectos de los asentamientos del subsuelo por exceso de bombeo de la ciudad y los problemas para el abastecimiento del agua potable así como el manejo de las aguas negras, se inició la explotación de los mantos acuíferos de los valles de Toluca e Ixtlahuaca-Atlacomulco, y la construcción del sistema de drenaje profundo. En fechas posteriores se plantearon otros proyectos para solucionar estos dos graves problemas que existen en la ciudad. En 1991 se tiene una población de 20'000.000 de habitantes, los problemas de agua potable y aguas negras se han acrecentado debido a que la ciudad ha crecido 4 veces de 1960 a la fecha.



La situación económica por la que atraviesa el país no ha permitido llevar a cabo obras de ingeniería que resuelvan el problema del agua potable a largo plazo, así como suspender los bombeos de los acuíferos de la ciudad de México y valles circundantes y evitar que la ciudad, continúe su hundimiento.

El presente estudio es parte de un proyecto de investigación Hidrogeológico, Geotécnico y Paleomagnético de la subcuenca de Chalco, México. Dentro de esta investigación se contempla el aspecto de la geología urbana y el riesgo geológico, el cual ha cobrado importancia en los últimos años.

El tema de este trabajo de tesis tiene como objetivo principal la investigación del funcionamiento del acuífero de una porción de la parte sur de la Cuenca de México y en forma particular al estudio del movimiento de la capa superior (acuitardo) del acuífero para poder determinar la evolución a través de la explotación del acuífero.

Los resultados obtenidos en esta tesis servirán como base para que se realicen investigaciones a mayor profundidad aportando más información y obtener mayor apoyo para conocer el estado de su sobreexplotación y los efectos que generarán a futuro en esa capa.

### 1.1 Antecedentes

En la ciudad de México se han realizado un sinnúmero de estudios relacionados con su geología y geohidrología, para este caso se presenta una relación de los estudios que se consideraron más representativos:

El Ing. Paul Waitz en el año de 1930 publicó un artículo en la revista Irrigación en México referente a las Obras Hidráulicas en los afluentes del río Consulado y la influencia sobre la hidrología de la Cuenca de México. Estas obras fueron construidas para la regulación y futura utilización de las aguas del río Consulado. Los afluentes de esa corriente están constituidas por las barrancas de San Joaquín y Tecamachalco, en estas barrancas se construyeron presas de regulación, con las que se evitarían inundaciones en las colonias San Rafael, Sta. Julia, Santa María, etc.. Los trabajos consistieron en tres tipos que fueron:

- a). Reforestación de las partes altas de las barrancas; b).

Construcción de pequeñas presas de enrocamiento en los torrentes que forman las barrancas y c). Construcción de presas de regulación en el curso de las barrancas. Se observó que el agua almacenada se infiltraba hacia los acuíferos ayudando a la recuperación de sus niveles.

El Ing. de Minas Vicente Galvez en febrero de 1931 presentó en la revista Irrigación en México el artículo titulado: "Las aguas Subterráneas y la Perforación (de un pozo) en la Reposadera, en el Bosque de Chapultepec, D. F.". Para localizar el sitio de la perforación se realizó un censo de los aprovechamientos del agua subterránea cercanos al bosque, en todos ellos se detectó que durante las perforaciones se cortaron diferentes acuíferos que tenían presión y que su nivel estático ascendía. El pozo localizado en la Reposadera se perforó hasta una profundidad de 134.0 m., durante la perforación se determinó el nivel freático a los 34.0 m. pero a los 79.5 m., 95.0 m. y 133.0 m., cortaron capas acuíferas con presión lo que generó el ascenso del nivel estático. Esta perforación determinó la existencia de tres capas acuíferas, semiconfinadas o confinadas. En esa época no se recomendaba perforar en los materiales volcánicos, por lo que en este caso solo se cortaron únicamente materiales lacustres.

Los Ings. Alfonso Villa Acosta y Eduardo Barrera Bowring, en 1933, realizaron un estudio denominado "La Resolución del Problema del Abastecimiento de agua de la Ciudad de México", en el que hace un análisis y una predicción del consumo de la ciudad en 1965. Concluyen con lo siguiente: 1. Dentro de la Cuenca de México se puede captar suficiente agua para abastecer a la ciudad cuando menos hasta 1965. 2. Las aguas de la serranía de las Cruces son suficientes para abastecer a la parte de Tacubaya, Mixcoac y las colonias de las Lomas de Chapultepec hasta 1965, una gran parte de las obras necesarias para utilizar estas aguas han sido terminadas. 3. Las aguas que se pueden captar en la presa de Madín son suficientes para abastecer a Tacubaya, Atzacapotzalco y la colonia Gustavo A. Madero, hasta 1965; al captar estas aguas se resuelven dos problemas a la vez, el del aprovisionamiento de esas zonas y el de la regularización del Río Tlalnepantla, etc.

El artículo "Breve reseña histórica de los principales problemas hidráulicos y sus derivados, que han tenido que resolverse para ser habitable la ciudad de México", lo escribió el Ing. Fernando Madrid Mendizabal, en 1946. Presenta una descripción histórica prehispánica de los diferentes problemas

hidraulicos que se han tenido en la Cuenca de México. Presenta recomendaciones que a continuación se transcriben las principales: 1. Construir un nuevo tunel de Tequixquiáxc. 2. Reanudar el desazolve y proseguir la ampliación del Gran Canal. 3. Entubar los 4 primeros km. del Gran Canal. 4. Planta de bombeo de emergencias para una falla en el Gran Canal, en el km. 4 para descargar al río Unidos. 5. Reparación del actual tunel de Tequixquiáxc. 6. En Xochimilco el funcionamiento del Lago se controlara con un desfogue. 7. El desfogue fijara un nivel maximo que proteja los manantiales y las chinampas, etc..

El Ing. Pablo Bistrain en 1954 publico en la revista Ingenieria Hidráulica en Mexico el artículo "Cuantificación Preliminar de los Recursos Hidráulicos del Iztaccihuatl, aprovechables en generación de energia y abastecimiento de agua para la ciudad de Mexico". (metodos aplicables a cuencas de alta montaña). El Ing. Bistrain realizo un analisis hidrologico y geologico, que llega a los resultados siguientes: a). De acuerdo con las observaciones y metodos aplicados en la determinación de los recursos hidraulicos totales del Iztaccihuatl, algunos de estos, diferentes a los classicamente conocidos que aunque pudieran ser considerados como "aproximados", tienen la ventaja indiscutible de la simplicidad, rapidez y con errores hidrologicos sensiblemente semejantes a los arrojados por otros, concluimos que estos recursos son del orden siguiente: 1. Glaciopluviales, hasta la cota 3,600 m. (sin regularizar) 1.5 a 2.0 m<sup>3</sup>/s. 2. Pluviales (superficies, parcialmente regularizables), hasta la cota 2,470 m., 2.1 m<sup>3</sup>/s y 3. Subterranos 1.5 m<sup>3</sup>/s consideranse racionalmente explotados 1.0 m<sup>3</sup>/s. con una suma de 4.6 a 5.1 m<sup>3</sup>/s. Para aprovechamiento integral, considerando la clase de servicios a que serán destinados y de acuerdo con lo expuesto en el informe del 10 de abril pasado (1952), tenemos: generación de energia eléctrica hasta 2.5 m<sup>3</sup>/s. Abastecimiento de agua potable a la ciudad de México (conservadoramente) 4.0 m<sup>3</sup>/s.

El Ing. Eduardo Chávez siendo Secretario de Recursos Hidraulicos presento un artículo en la revista Ingenieria Hidráulica en Mexico sobre "Obras contra inundaciones de la ciudad de Mexico", en 1956. En ese trabajo presenta una breve descripción de las obras que se realizaron desde la época prehispánica a los años 50. Presenta las deficiencias principales en 1952, en esta parte comenta que el tunel de Tequixquiáxc No. 1, terminado en 1900 tuvo problemas de derrumbes en 1930, así que se tuvo que construir el No. 2 que se termino en 1940: solo funcionó seis meses por derrumbes, por lo que se tuvo

que habilitar el tunel 1, sin reparar si esto no se hubiera podido hacer esa parte en la ciudad se hubiera inundado con 4 m. de aguas pluviales y aguas negras. Ante estas situaciones propuso la infiltración de las aguas de las barrancas que descargan sus aguas en las partes bajas del valle.

En los años de 1958 y 1959, el Ing. José Luis Bribiesca Castrejón, presentó un artículo de seis partes en la revista Ingeniería Hidráulica en México intitulado "Agua Potable en la República Mexicana", analiza el abastecimiento de la República Mexicana desde la época prehispánica hasta el año de 1960, presentando todos los sistemas que han funcionado en el país. Para el caso de la ciudad de México describe las obras utilizadas para el abastecimiento del agua potable, así como también las obras para proteger a la ciudad de las avenidas extremas en las épocas de lluvia, presenta un análisis de la evolución que ha tenido el acuífero con la sobreexplotación y el hundimiento que se han tenido como efecto.

El Ing. Ignacio Sainz Ortiz realizó el estudio acerca de la influencia relativa que ejercen en el hundimiento de la ciudad de México, las extracciones de agua del subsuelo que por medio de pozos profundos, se efectúan en la propia ciudad y en los municipios colindantes del Estado de México, este estudio lo llevo a efecto en 1960 para la Comisión Hidrológica del Valle de México de la S.R.H., las conclusiones fueron: 1. El D. F. está extrayendo agua del subsuelo de dos Secciones Hidrológicas, denominadas: Xotepingo y Ciudad de México. Los municipios del Estado de México colindantes con el D. F. por el noroeste, extraen agua del subsuelo únicamente de la Sección Hidrológica Ciudad de México. 2. Se estima que en el D. F., la infiltración de agua anual que alimenta sus acuíferos es del orden de  $157 \times 10^6 \text{ m}^3$ ; la extracción total anual mediante pozos profundos se estima en  $315 \times 10^6 \text{ m}^3$  y, por lo tanto hay una sobreexplotación anual de  $158 \times 10^6 \text{ m}^3$  de agua, osea que la extracción total del D. F. es el doble de la alimentación natural de sus acuíferos, este déficit se cubre con las aguas almacenadas en los materiales del subsuelo, motivando el continuo descenso de los niveles piezométricos y, por lo tanto, el hundimiento de la Ciudad. 3. Los municipios de Edo. de México colindantes con el D. F. por el noroeste tienen los siguientes datos: la recarga por infiltración se estima en  $44 \times 10^6 \text{ m}^3$ , la extracción total anual mediante pozos se estima en  $46 \times 10^6 \text{ m}^3$  y la sobreexplotación anual es de  $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ , por lo tanto se considera que se encuentran en equilibrio los acuíferos. 4. Cerca de Naucalpan y Tlalnepantla respectivamente hay zonas de sobreexplotación local que se ligan con las del D.

F.. En el resto del área hay recuperación de los niveles piezométricos durante el periodo considerado. 5. Para suspender el actual bombeo de agua, tanto del D. F., como en los municipios del Edo. de México y además para satisfacer sus necesidades futuras, deberá llevarse agua procedente de otras fuentes, cuyas reservas lo permita y en las que la explotación no cauce en ellas ni en la región estudiada, los trastornos que se tratan de evitar. Esta medida se considera como de urgencia inaplazable.

El Ing. Alfredo Becerril Colín en el año de 1961 presentó un artículo en la revista Ingeniería Hidráulica en México, en tres partes, intitulado "Proyecto Preliminar de la Planificación de la Cuenca del Valle de México", realizó un análisis desde el origen de la Ciudad de México hasta la actualidad, analizando todos los aspectos, sociales, geológicos, geohidrológicos, urbanísticos, etc., observando que el desarrollo de la ciudad para esa época es un tanto desordenado, por lo que propone un crecimiento con mayor planeación, presentando una planificación en una región próspera, rica y de belleza extraordinaria, en donde podrán vivir muchos millones de mexicanos, en condiciones de salubridad, economía y bienestar inigualables.

El Sr. Ing. Heinz Lesser Jones, en 1961 llevó a cabo el estudio titulado "Determinación del Coeficiente Relativo de Infiltración para la Vertiente Sur de la Sierra de Chichinautzin", las conclusiones de ese estudio a continuación se presentan: 1. Por sus características fisiográficas, geológicas e hidrográficas, la zona Xochimilco-Chalco puede considerarse como una provincia geohidrológica. 2. La formación geológica designada como Serie Volcánica Chichinautzin, aporta a los acuíferos el 85% de las aguas pluviales infiltradas en la provincia Xochimilco-Chalco. 3. El Coeficiente de Infiltración para las formaciones basálticas de la Serie Volcánica Chichinautzin es del orden de 39%, valor que podrá estar afectado de un error es más o menos del 5%. 4. Las precipitaciones pluviales que ocurren en la vertiente correspondiente a la parte norte del Alto Amacuzac, sobre las rocas muy permeables de la Sierra Chichinautzin, dan origen a los caudalosos alumbramientos de aguas subterráneas localizados en dicha vertiente. 5. El resultado de este estudio demuestra que carecen de fundamento las teorías que sostienen que parte de las aguas subterráneas del sur de la cuenca del Valle de México se fugan por antiguos "talwegs" sepultados por los derrames volcánicos, hacia la cuenca del Alto Amacuzac. 6. En la provincia geohidrológica Xochimilco-Chalco ocurre una infiltración de aguas pluviales, con una magnitud media de  $326.9 \times 10^6 \text{ m}^3$  anuales, volumen que corresponde a un

caudal medio de 10.37 m<sup>3</sup>ps.

En septiembre de 1986, los Ings. Juan Manuel Lesser Illades, Felipe Sanchez Diaz y David Gonzalez Posadas, presentaron en la revista Hidraulica en Mexico el articulo "Hidrogeoquimica del acuífero de la Ciudad de Mexico". El agua que forma el acuífero de la ciudad de Mexico proviene fundamentalmente de la lluvia, parte de la cual se infiltra y circula a traves de las rocas, lo que disuelve las sales existentes e incrementa su contenido salino conforme avanza. La cantidad y el tipo de sales disueltas estan en relacion directa con el tipo y solubilidad de las rocas con las cuales tiene contacto. En el valle de Mexico las rocas existentes, volcanicas y sedimentarias continentales y lacustres, proporcionan las sales que se encuentran disueltas en el acuífero. Se efectuó una interpretación hidrogeoquímica de este, analizando 240 pozos y una información de 30 años. Aunque la concentración salina del agua subterránea es en general baja, con sólidos totales disueltos entre 200 y 400 ppm, existen puntos aislados con concentraciones mayores, principalmente al centro de la zona. Con el estudio se ratificaron importantes aspectos geohidrológicos, como la recarga de agua al acuífero en el centro del área metropolitana; se delimitaron zonas con agua incrustante y se analizó la variación de la calidad química del agua en relación con el tiempo. Las conclusiones de este trabajo son:

- a). La mayor parte del agua del acuífero contiene bajas concentraciones salinas, son excepción de zonas locales donde se detecta hasta 1,200 ppm, así como en el vaso del Lago de Texcoco donde se registran mas de 2,000 ppm.
- b). La alta salinidad es ocasionada por tres factores: 1. Existencia de horizontes evaporíticos lacustres, 2. Influencia de zonas volcánicas, algunas posiblemente activas, que han impregnado las rocas del subsuelo, así como emanaciones gaseosas y el emplazamiento de sales de tipo hidrotermal. 3. Presencia de material orgánico en descomposición entre los sedimentos lacustres.
- c). Los puntos que destacan como focos locales de contaminación natural en el acuífero corresponden a las áreas de la colonia Agrícola Oriental y de la Sierra de Santa Catarina, así como a la parte central del Vaso de Texcoco, aunque en esta porción la información es escasa.
- d). La salinidad del agua en los últimos 20 años ha permanecido estable con excepción de algunos pozos en ciertas zonas, donde se han encontrado incrementos notables de cloruros en los pozos ubicados en la parte central de la ciudad, esto coincide con la zona donde se ha detectado un aporte de agua al acuífero procedente de las fugas de la red de distribución. El incremento salino aparentemente es debido al cloro que se añade al agua potable que se infiltra y alimenta el acuífero.
- e). En los pozos

localizados al rededor de la Sierra de Santa Catarina y en algunos de la porcion de la zona urbana se han detectado incrementos en fierro y manganeso, efecto que podria estar relacionado con el crecimiento de bacterias que incluye al fierro dentro de su ciclo evolutivo.

## **1.2 Objetivos del estudio**

Los objetivos específicos de este trabajo de investigación son:

- Establecer el valor de las características hidrodinámicas de una porción del acuitardo lacustre de Tláhuac-Chalco.
- Comprobar la eficiencia de los minipiezómetros contruidos durante la realización del estudio.

## **1.3 Metodología de trabajo**

De acuerdo con los objetivos propuestos y los recursos disponibles se llevaron a cabo las siguientes etapas:

### **1.3.1 Actividades de campo**

1) Se efectuó un recorrido preliminar por la zona de estudio para conocer las características físicas del área y poder determinar la zona más apropiada para cubrir los objetivos.

2) Se realizó la construcción de los piezómetros con longitudes que variaron de 1.22 m. a 5.20 m..

3) Se llevo a cabo la instalación de los 48 piezómetros a diferentes profundidades en un periodo de 13 días (comprendido del 7 al 29 de octubre de 1990).

4) Se midió la recuperación de cada uno de los piezómetros a intervalos iniciales de tiempo de 15 minutos a partir de la instalación, durante 6 horas en promedio. Posteriormente se midieron a intervalos más espaciados, logrando obtener lecturas continuas durante los 3 o 4 días siguientes; finalmente se fueron



espaciando estas mediciones hasta obtener lecturas dos veces al día. Las lecturas se realizaron durante un periodo de 54 días.

5) Se realizó un levantamiento topográfico con tránsito para ubicar y acotar las estaciones de un área de 33,558.19 m<sup>2</sup>.

### **1.3.1 Actividades de gabinete**

1) Se procedió a recopilar información bibliográfica y cartográfica existente, siguiendo la revisión, depuración y análisis de la misma.

2) El conocimiento del marco geológico y estratigráfico de la zona de estudio y alrededores fue ampliado.

3) Se prosiguió con el análisis de las lecturas obtenidas durante la recuperación y la realización de las gráficas correspondientes y necesarias para la obtención de los cálculos de las propiedades del acuitardo, utilizando programas y paquetería de cómputo.

4) Se obtuvieron los resultados de las propiedades del acuitardo utilizando el método de Hantush para acuíferos semiconfinados.

5) El presente estudio culminó con el análisis y propuestas de las conclusiones y recomendaciones.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

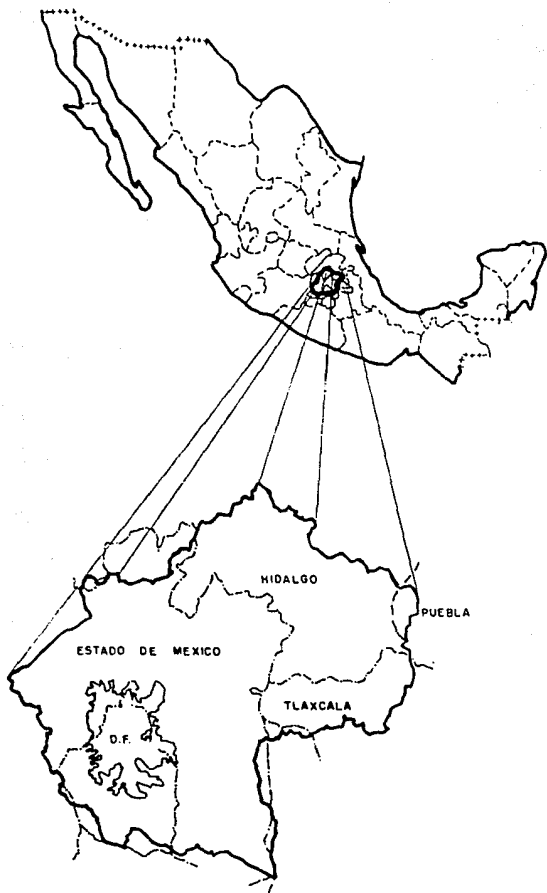
#### II.1 Localización y vías de comunicación

La zona de estudio se localiza dentro de la Cuenca de México, la cual cubre un área de 9,560 km<sup>2</sup>, esta cuenca se encuentra en varias entidades federativas como son el Estado de México, con la mayor superficie, además el Distrito Federal, el occidente de Tlaxcala, una pequeña porción del oeste de Puebla y el sur del estado de Hidalgo (cuadro 2.1.1.). Aproximadamente, la cuenca está situada entre los 19° 00' y 20° 00' de Latitud Norte y los 98° 45' y 99° 20' de Longitud Oeste (figura 2.1.).

El area del presente estudio, se ubica en la parte sureste de la Cuenca de México, denominada Cuenca Chalco-Tláhuac, cubriendo una superficie de 33,558.19 m<sup>2</sup>, correspondiendo tanto al Distrito Federal como al estado de México. Sus coordenadas geográficas la ubican entre los paralelos 19° 14'14" y 19° 15'14" de Latitud Norte y entre los meridianos 98° 57'08" y 98° 57'45" de longitud Oeste. Se encuentra colindando al norte con el poblado de San Miguel Xico, al sur con el poblado de San Andres Mixquic, al oeste con San Pedro Tláhuac y San Juan Ixtayopan y por la parte este con los poblados de San Mateo Huitzilzingo y Chalco (figura 2.2.).

ENTIDAD	SUPERFICIE EN Km <sup>2</sup>	PORCENTAJE
Estado de México	4 800	50
Hidalgo	2 500	26
Distrito Federal	1 320	14
Tlaxcala	840	9
Puebla	100	1
TOTAL	9 560	100

Cuadro 2.1.1. DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE DE LA CUENCA DE MEXICO SEGUN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS QUE LA FORMAN.



LOCALIZACION DE LA CUENCA DE MEXICO

**UN.A.M.**  
FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	VERONICA MAYA CORTES
FIGURA No. 2.1	AÑO 1991



El acceso principal se realiza por la carretera federal No. 115 México-Chalco-Cuautla, así como por la carretera que atraviesa el pueblo de Santa Catarina Yecahuizotl y por el camino Tlahuac-Chalco. Cuenta con otras alternativas de acceso como es la carretera de terracería que viene del pueblo de San Miguel Xico Viejo. Estas vías son de menor importancia, ya que los mayores flujos viales se dan por la autopista México-Puebla. Se tiene la línea de ferrocarril México-Cuautla, la cual atraviesa la zona de NW a SE, contando con una vía de derivación a la altura del poblado de Amecameca hacia San Rafael. Esta área no cuenta con comunicación aérea debido a la cercanía que se tiene con la Ciudad de México (figura 2.2.).

## II.2 Fisiografía

La cuenca de Chalco-Tlahuac se localiza en la parte central del Eje Neovolcánico (Raisz, 1964) (figura 2.3.). Queda limitada al norte por las estribaciones de la Sierra Santa Catarina, formada por una larga cadena de pequeños volcanes alineados y con una orientación NE-E -- SW-W, entre estos volcanes se encuentran el Xaltepec, el cerro Tetecon, el cerro Tecautz y el volcán Santa Catarina, este último situado en medio de este grupo, es el más alto y es la estructura mejor conservada de ésta cadena. En general este grupo de estructuras expresan morfologías similares caracterizadas por tener laderas con pendientes moderadas y algunos se encuentran parcialmente erosionados. Sensiblemente alineado a estas estructuras y localizado en la parte norte de la zona de estudio, se ubica el cerro El Pino, que corresponde a otro aparato volcánico constituido por rocas más antiguas que las de la sierra Santa Catarina, tiene una expresión amplia con pendientes suaves originando un drenaje de tipo radial y con una altura de 2,740 m.s.n.m..

Entre la sierra Santa Catarina y el cerro El Pino se localiza una estructura denominada La Caldera, con una altitud de 2,460 m.s.n.m., con dos depresiones originadas por explosiones volcánicas durante su última actividad.

Al sur se localiza una alineación de estructuras con orientación este-oeste, la cual se considera como la prolongación de la Sierra del Ajusco a la que se ha denominado Sierra Chichinautzin, esta sierra representa el rasgo fisiográfico más



(RAISZ, 1964.)

# PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE MEXICO

**UNAM.**  
FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA N. 2.3	AÑO 1991

importante del sur del área de estudio. En esta sierra las elevaciones mayores tienen hasta 3.600 m.s.n.m. de altitud y un relieve volcánico acumulativo, se caracteriza por la actividad de sus numerosos aparatos volcánicos (150 aproximadamente) durante un corto periodo, en el que arrojaron grandes cantidades de lava y piroclastos y después de su corta actividad cesan definitivamente. A lo largo de su margen norte se localizan estructuras como el volcán Ayaqueme (2.940 m.s.n.m.), Tenayo (2.740 m.s.n.m.), Chinconquiá (2.900 m.s.n.m.) y la Joya (2.660 m.s.n.m.), entre otros. En esta sierra es común observar la erosión causada por la deforestación y el laboreo agrícola. Se caracteriza por tener pendientes suaves y drenaje tipo radial, así como por estar situada en una región hidrográfica importante.

En la parte suroeste del área de estudio y con la misma dirección de la sierra Chichinautzín se localiza el volcán Teuhtli, con laderas de pendientes suaves, un drenaje tipo radial y una altura de 2.800 m.s.n.m..

En el borde de la sierra Chichinautzín y orientado hacia el oeste se desarrollaron zonas lacustres como el Lago de Xochimilco en el cual los antiguos pobladores desarrollaron zonas de cultivo.

El límite oriental está constituido por un prominente rasgo fisiográfico con una dirección norte-sur. A la porción norte de esta estructura se denomina sierra de Río Frio y a la porción sur Sierra Nevada. Entre las principales estructuras que forman la sierra de Río Frio se encuentran el volcán Telapón (3.996 m.s.n.m.), Tlaloc (3.687 m.s.n.m.), Papayo (3.652 m.s.n.m.) y Tecamac entre otros. En la Sierra Nevada se localizan los volcanes Iztaccihuatl y Popocatepetl, el primero se localiza a 32 km del norte del Popocatepetl y a 70 km al sureste de la Ciudad de México, tiene 7 km de longitud total y de ellos 6 km cubiertos de nieve. Como la cresta es sinuosa, la imaginación popular le ha encontrado similitud con una mujer acostada, con la cabeza al norte, cubierta con una sábana blanca y de ahí el origen de su nombre que en náhuatl significa "la mujer blanca". La cabeza tiene una altitud de 5.146 m.s.n.m., el pecho 5.286 m.s.n.m. y los pies 4.741 m.s.n.m., por lo que constituye la sexta elevación de Norteamérica, tomando el punto más alto que corresponde al pecho.

El volcán Popocatepetl, situado en el extremo sur de la Sierra Nevada, eleva su cima a 5.452 m.s.n.m., lo que lo constituye como la quinta elevación más alta de Norteamérica. Sirve

de límite entre la Cuenca de México y la del Río Balsas, así como entre los estados de México, Puebla y Morelos. Es un estratovolcan el cual se encuentra disectado transversalmente por profundas cañadas y se caracteriza por la emisión de fumarolas, lo cual hizo que se llamara Popocatepetl "Monte que Humea"

Estas estructuras están constituidas por lavas muy recientes que han sido atacadas vigorosamente por la erosión glaciaria, transportando materiales de la cima y de sus laderas, se caracterizan por no ofrecer puertos de baja altura.

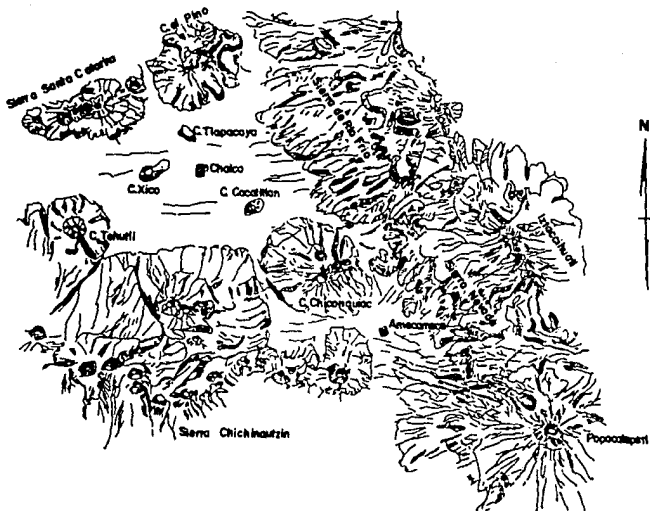
El tipo de drenaje desarrollado en las Sierras Nevada y Río Frio forman un arreglo paralelo que drenan al Oeste hacia la Cuenca de México y hacia el Valle de Puebla al Este.

Dentro de lo que es la Cuenca de Chalco, se localizan dos rasgos topográficos, uno es el cerro denominado El Elefante, que se localiza hacia el sur del cerro El Pino y al noreste de la zona de estudio. Este cerro está constituido por andesitas, tiene una altitud de 2,400 m.s.n.m., presenta pendientes suaves de aproximadamente 20° con patrones de drenaje no bien definidos.

La otra estructura ubicada dentro de la Cuenca de Chalco es el cerro denominado Xico, el cual es una estructura volcánica de tipo explosivo dejando en su última actividad una caldera de aproximadamente un km de diámetro y una corriente de lava que escurrió en dirección noreste; tiene una elevación de unos 150 m. sobre el fondo del antiguo lago de Chalco, cubriendo un área aproximada de 3 km<sup>2</sup>.

(figura 2.4.)





SIOGRAFIA

**U.N.A.M.**  
 FACULTAD DE  
 INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA No. 2.4	AÑO 1991

### II.3 Uso de suelo

El uso que se le dá al suelo, tanto del área de estudio como de las inmediaciones de esta zona, es exclusivamente para la ganadería, donde son practicamente pastizales que alimentan a ganado vacuno y bovino principalmente, aunque en algunas zonas cercanas se puede observar el cultivo de maíz y hortalizas.

A partir de los años ochenta se observó una tendencia de crecimiento de la zona metropolitana de la Ciudad de México hacia la parte oriente de manera caótica, empezando a ocupar los terrenos lacustres del antiguo lago de Chalco y consolidando su ocupación en las laderas de los cerros, como es el caso de los asentamientos humanos localizados al pie del cerro de Xico, donde la gente vive en condiciones insalubres por la carencia de servicios tales como obras de drenaje, pavimentación, etc., lo que provoca inundaciones permanentes debido a la falta de planeación de acuerdo al crecimiento urbano a través del tiempo.

El tipo de problemas que se presentan en estas áreas, evitan que se aproveche al máximo estos suelos, los cuales contando con un tratamiento adecuado pueden ser muy útiles para la agricultura o ganadería en mayor escala.

## CAPITULO III

### GEOLOGIA

La Cuenca de México, está constituida por formaciones de origen Igneo y Sedimentario (volcanicas, aluviales y lacustres), pertenecientes a edades que van del Cretácico al Cuaternario.

#### III.1 Estratigrafía

##### III.1.1 Cretácico

Las rocas mas antiguas de la Cuenca de Mexico la forman varias unidades pertenecientes a una edad Cretacica como son, la Formación Xochicalco (Fries, 1960), siendo la unidad más antigua reconocida, la cual está constituida por una secuencia de calizas; la Formación Morelos (Fries, 1960), constituida de interstratificaciones de capas gruesas de calizas y dolomias, así como la Formación Doctor (Wilson et. al., 1956), constituida de calizas de facies de cuenca con nodulos y lentes de pedernal, la Formación Cuautla (Fries, 1960), constituida por calizas con microfósiles de aguas someras y la Formación Mexcala (Fries, 1960), constituyendo una interstratificación gradual rítmica de grauvacas, limolitas y lutitas. Estas secuencias fueron detectadas por los pozos exploratorios Mixhuca-1 y Tulyehualco-1 (PEMEX, 1987 y SHCP, 1969), a las profundidades de 1,575 m. y 2,100 m. respectivamente.

Esta secuencia de rocas carbonatadas fué encontrada como la base de la perforación del pozo Texcoco No. 1 (Oviedo, 1970).

##### III.1.2 Terciario

###### Granito Colotepec

El tronco granítico de Colotepec (Fries, 1960), se encuentra intrusionando a la Formación Xochicalco, al cual se le asigna una edad del Eoceno Medio. Este tronco se asocia con el tronco granodiorítico de Coxcatlán localizado fuera del área, el cual

intrusiona de la misma manera a la Formación Xochicalco y que por sus relaciones estratigráficas (Vazquez et. al., 1989), le supone una edad comprendida entre el Cenomaniano Tardío y el Turoniano. Este tronco también se encuentra aflorando fuera de la Cuenca de México en la carretera a Las Estacas.

#### Formación Balsas - Conglomerado Texcoco

La Formación Balsas (Fries, 1960), comprende capas compuestas por sedimentos continentales, presentando en su base conglomerados heterogéneos con clastos de caliza, en menor proporción líticos de rocas volcánicas, estas rocas fueron denominadas como Conglomerado Texcoco por Oviedo (1970), más arriba limonitas arenosas rojas con anhidritas, interestratificadas con tobas y brechas volcánicas, así como derrames de composición basáltica.

Esta formación no aflora en la Cuenca de México, su presencia en el subsuelo ha sido comprobada con la perforación del pozo Texcoco No. 1 (Oviedo, op. cit.). Se extiende desde el Eoceno Tardío al Oligoceno Medio.

#### Grupo Xochitepec

El Grupo Xochitepec (Mooser, 1974), está constituido por rocas andesíticas y dacíticas, las cuales afloran en la base de las sierras Nevada y Chichinautzin, se le atribuye una edad del Oligoceno Tardío.

#### Rocas Volcánicas del Terciario Medio

Son capas vulcanoclásticas formadas predominantemente por depósitos clásticos (Schlaepfer, 1968), constituidos por sedimentos heterogéneos de diferente composición, alternados con derrames de lavas andesítica y dacíticas, la edad está comprendida entre el Oligoceno Superior y el Mioceno Superior.

## Formación Las Cruces

Según Mooser (1962), esta formación comprende los productos volcánicos que forman la Sierra Volcánica Occidental a excepción del Macizo de Zempoala y del Ajusco. La parte inferior está constituida de brechas volcánicas con interestratificaciones de lavas andesíticas y una parte superior discordante formada por potentes derrames sobrepuestos a lavas dacíticas. Comprende el lapso desde el Mioceno Medio o Tardío hasta el Plioceno Tardío y posiblemente hasta el Pleistoceno Temprano.

## Formación Ajusco

Mooser (1962), da el nombre de "Andesita Ajusco" a las lavas superiores de la sierra del Ajusco y de la sierra de Las Cruces que descansan discordantemente sobre rocas volcánicas más antiguas, probablemente del Plioceno Temprano. Se estima que esta unidad pueda correlacionarse con la Formación Las Cruces por su posición estratigráfica similar.

### III.1.3 Cuaternario

#### Formación Tláloc

Se denomina Formación Tláloc a un conjunto de derrames riodacíticos que forman parte principal de la Sierra de Río Frio (Schlaepfer, 1968). Estos derrames están relacionados con tefra caracterizada por flujos piroclásticos lobulados, en forma de mesetas inclinadas. La composición es andesítica, latítica y dacítica; consta de varias sucesiones caracterizadas en su base por pómez y líticos angulosos. Se considera que esta formación tiene una edad Pleistocénica.

### Formación Iztaccihuatl

Esta formación corresponde a la unidad llamada Andesita Iztaccihuatl por Mooser (1962). Está constituida por una serie de derrames sobrepuestos, que varían de dacita a riodacita. Se encuentra cubierta por lavas recientes, como las que forman el llamado "Pecho" del volcán Iztaccihuatl y el cono actual del volcán Popocatepetl. Se considera que es representativa del Pleistoceno y Holoceno.

### Formación Tarango

Bryan (1948), llamó con este nombre a una secuencia de 200 a 300 m. de tobas, aglomerados y capas delgadas de pómez. Posteriormente Mooser (1962), empleó también el nombre de Formación Tarango para los abanicos aluviales que se formaron al pie de la Sierra Nevada. Arellano (1953), atribuyó la cima de la Formación Tarango al límite entre el Plioceno y Pleistoceno, asignándose una edad del Pliocuatérnico.

Mooser (1961), diferencia en la Formación Tarango dos partes, una inferior y otra superior, la superior está constituida por gruesos depósitos de cenizas y pómez, separada por una discordancia erosional y la inferior constituida por depósitos de aluviones derivados de las Sierras Volcánicas Oriental y Occidental, asociados con piroclastos.

### Rocas Volcánicas No Diferenciadas

Corresponden estas rocas a las derivadas de eventos penecontemporáneos con el Chichinautzin y la Riodacita Popocatepetl pero de centros eruptivos independientes (Mooser, 1963). La composición varía desde riodacítica hasta basáltica y corresponde a una edad que abarca el Plioceno y parte del Cuaternario.

### Formación Popocatepetl

Esta unidad definida por Fries (1965), incluye los derrames lávico emitidos por el volcán Popocatepetl desde la composición que es predominantemente riódacítica. Se restringe el nombre de Riódacita Popocatepetl a los productos volcánicos más recientes que forman el cráter actual de este volcán, se correlaciona con las últimas lavas del volcán Iztaccihuatl y se le atribuye una edad Pleistocénica.

### Formación Chichinautzin

Fries (1960), define esta Formación como Grupo Chichinautzin, la cual comprende todas las corrientes lavicas, tobas, brechas y materiales clásticos interestratificados de composición andesítica o basáltica. Se estima que las primeras erupciones tuvieron lugar en el Pleistoceno-Holoceno.

### Capas Lacustres Cuaternarias

En estas capas se agrupan los sedimentos clásticos y productos piroclásticos, los cuales corresponden a sedimentos lacustres depositados durante el Cuaternario en el área ocupada por el lago de Texcoco, (incluyendo las cuencas de Chalco, Xochimilco y Mixquic), constituidos principalmente por arcillas bentónicas con contenido variable de sales e intercalación de abundantes horizontes piroclásticos.

(Figura 3.1)

ERA	SERIE	EDAD M. A.	CUENCA DE CHALCO VERONICA MAYA C. (1991)				
			Diagrama de estratigrafía con unidades y edades				
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holocénica	1	FORMACION TLALOC	CAPAS LACUSTRES	FORMACION IZTACCHUATL	ROCAS VOLCANICAS
		Pleistocénica		FORMACION TARANGO			
	TERCIARIO	Pliocénica	13	FORMACION LAS CRUCES	FORMACION AJUSCO		
		Miocénica	25	ROCAS VOLCANICAS			
		Oligocénica	36	GPO. XOCHITEPEC			
		Eocénica	58	FORMACION BALSAS CONGLOMERADO TEXCOCO			
		Paleocénica	63	GRANITO COLOTEPEC			
MESOZOICA	CRETACICO	135	FORMACION XOCHICALCO				

**U.N.A.M.**  
FACULTAD DE  
INGENIERIA

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

TESIS PROFESIONAL	VERONICA MAYA CORTES
FIGURA No. 3.1	AÑO 1991



### III.2 Tectónica

La Cuenca de México se localiza en un sitio donde la corteza terrestre ha sufrido desde principios del Terciario, es decir desde el fin de la Orogenia Laramide, el impacto de esfuerzos tectónicos extraordinarios que rompieron y fracturaron sus formaciones.

Existen numerosas interpretaciones acerca del origen del Eje Neovolcánico, entre las que se encuentran la de Mooser (et. al., 1958), la cual consistía en considerarlo como la prolongación de la Fractura Clarion, lo que implica la existencia de movimientos horizontales en esta parte (figura 3.2).

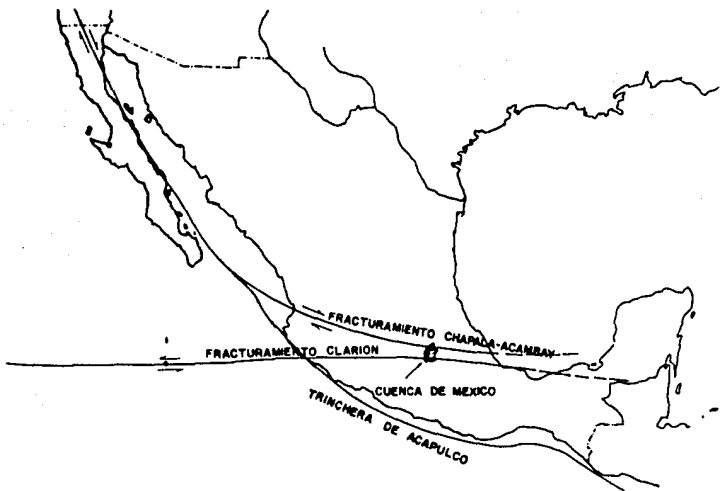
Mooser (1972), considera también la existencia de una geosutura reactivada por los procesos de subducción en el Pacífico.

La mayoría de los autores están a favor de la existencia de un mecanismo de subducción a lo largo de la Fosa de Acapulco o Fosa Mesoamericana. Para explicar la posición oblicua del Eje Neovolcánico con respecto a la Fosa, se han propuesto diferentes formas geométricas para la placa de hundimiento.

Urrutia y Pal (1977), presentan un modelo en el cual admiten, a partir de datos paleomagnéticos, una rotación de México con respecto a la placa Norteamericana. En la evolución geodinámica que presentan, suponen la existencia de una parte continental a nivel de la placa Farallon durante el Jurásico - Cretácico, que formaría actualmente la parte sur de México, separada de la placa Norteamericana por un mar. Coinciden que ambos continentes chocaron durante el Paleoceno y que la sutura se encontraría en la posición del Eje Neovolcánico.

Según la hipótesis formulada por Demant (1978), la edad Pliocuaternaria de los volcanes del Eje Neovolcánico se explica con base en dos mecanismos que son: (1) la apertura progresiva de la Fosa de Acapulco desde el Oligoceno, en relación con el desplazamiento hacia el oeste de la placa norteamericana, y (2) las modificaciones sufridas en el Mioceno Tardío por la cordillera del Pacífico Oriental, junto con el cambio en la rotación de la Placa de Cocos inducido por ellas (figura 3.3).

La disposición de los volcanes en México parece recalcar la influencia de los esfuerzos tectónicos sufridos en la parte sur



## ALINEAMIENTOS TECTONICOS PRINCIPALES

**UN.A.M.**

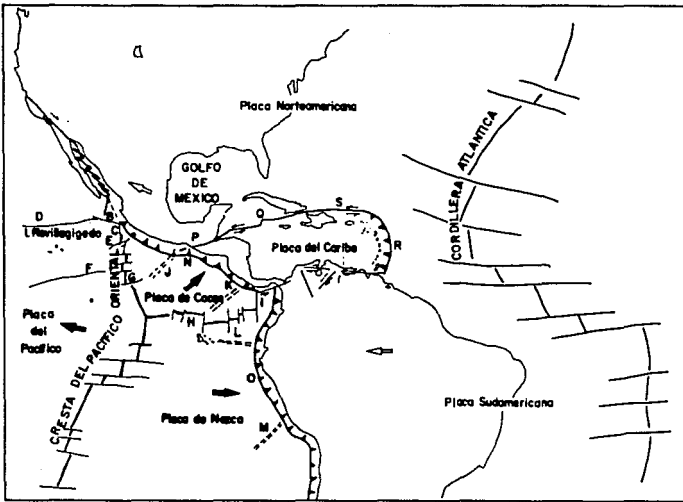
FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

**VERONICA MAYA CORTES**

FIGURA No. 3.2

AÑO 1991



# TECTONICA DEL CARIBE Y DEL PACIFICO CENTRO-ORIENTAL

**UN.A.M.**  
FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

**VERONICA MAYA CORTES**

FIGURA No. 3.3

AÑO 1991

de la placa Norteamericana, como consecuencia del movimiento relativo entre esta y la placa Caribeña. Así los estratovolcanes están orientados perpendicularmente a la dirección de los esfuerzos máximos, mientras que los pequeños volcánes se alinean más bien sobre las fallas de tensión.

Las diferencias que se manifiestan entre la parte central y oriental del Eje Neovolcánico y su parte occidental, demuestran el establecimiento de esta última región en un nuevo contexto geodinámico relacionado con el acercamiento de la placa Norteamericana con la cordillera del Pacífico Oriental y el fin de la Placa de Rivera.

### III.3 Estratigrafía Local

La estratigrafía presente en el área de estudio (Vázquez, et. al., 1989), está constituida en la parte superficial por sedimentos lacustres depositados durante el Cuaternario, subyaciendo a estos sedimentos se localizan depósitos piroclásticos y clásticos aluviales del Plioceno y se infiere por datos geofísicos la existencia de rocas extrusivas subyaciendo a la secuencia anterior.

#### Sedimentos Lacustres (Q1a)

En esta unidad se encuentran agrupados los sedimentos clásticos como limos, arcillas y arenas, así como productos piroclásticos relacionados con la actividad del Popocatepetl y de la sierra Chichinautzin, los cuales depositaron el material en un ambiente lacustre formando un altiplanicie.

#### Sedimentos Aluviales (Qal)

Estos depósitos se encuentran constituidos de material clástico fluvial acumulado penecontemporaneamente con sedimentos lacustres y depósitos volcánicos del Cuaternario, (Bryan, op. cit.).

#### Depósitos Piroclásticos y Clásticos Aluviales del Plioceno (Tppc)

Estos depósitos están constituidos por clásticos fluviales (gravas, arenas, limos) y depósitos piroclásticos, con lentes locales de margas y arcillas lacustres interdigitadas con unidades volcánicas de la misma edad. Estas unidades se fueron acumulando en amplios valles.

## Rocas Extrusivas

La existencia de estas rocas se infirio por metodos geofisicos pero se comprobo su distribucion en zonas cercanas al area por medio de la perforacion de pozos cercanos a la zona de estudio.

Esta secuencia estatigrafica local se establece con base en los resultados obtenidos en zonas cercanas al area de estudio.

A unos cuantos metros del area donde se realizo el trabajo se encuentra un anillo de tefra de aproximadamente 100 m. de altura y 1,500 m. de diametro, resultado de la interaccion de magma basaltico con agua, denominada el Cerro Xico, fusionado con otra estructura semejante llamada Xico-Viejo (Rodriguez C. y Gonzalez M., 1989).

La geologia que se observo en la zona de estudio durante la realizacion del trabajo de campo abarca unicamente los sedimentos lacustres y los sedimentos aluviales, logrando distinguir claramente la heterogeneidad de los sedimentos que constituyen estas capas, desde arcillas, arenas y tefra, hasta materia organica. Tambien se determino la existencia de horizontes de capas duras a diferentes profundidades (2 o 3 m.), las cuales aparentemente no presentaban grandes espesores.

## CAPITULO IV

### HIDROLOGIA SUPERFICIAL

Durante la epoca prehispanica, la Cuenca de Mexico estaba parcialmente cubierta de agua, debido a la falta de una salida para desaguar las torrenciales lluvias, formando un solo lago, en cual cubria una extension cercana a los 2.000 Km<sup>2</sup>, que es casi la cuarta parte de la cuenca (figura 4.1.[1]).

Cuando los mexicas llegan a esta zona, establecen sus chinampas en el lago y se inicia la modificacion de las condiciones hidrologicas en la region. En su constante lucha contra sus vecinos, este pueblo inicia tambien la conquista de las aguas, ya que comenzaron a construir diques y calzadas en los contornos de la nueva ciudad.

En 1944, cuando reinaba Moctezuma Ilhuicamina, la ciudad sufrió la primera gran inundacion, al desbordarse el lago de Texcoco sobre la ciudad. Netzahualcoyotl recomendo la construccion de un gigantesco dique, que partiendo de Atzacolco al norte, se dirigia en linea recta al sur hasta Iztapalapa, al pie del cerro de la Estrella, contando con una longitud de aproximadamente 16 Km.. Mediante esta obra el gran lago central quedo dividido en dos porciones: al sur, la de mayor area, tomo el nombre de Texcoco y la situada al norte, por rodear a la ciudad, se le llamo de Mexico.

El gran lago presentaba una amplia superficie de evaporacion, por lo que sus aguas tenian una gran concentracion de sales que aumentaban con aquellas solubles que traian los rios que en el derramaban. El establecimiento del dique hizo que la aportacion de agua dulce de los lagos del sur fuera utilizada unicamente por el lago de Mexico, de reducida extension.

Se creia que el problema de seguridad de la ciudad estaba resuelto y que unicamente habia que buscar la forma de mantener el agua dulce en el mayor numero de lagos. Para esto se hicieron obras en Mexicalcingo y Tlahuac, dividiendo el lago del sur en el de Chalco y Xochimilco con la construccion de un nuevo que, el cual corria desde el Peñon del Marques hasta la calzada Xochimilco.

Continuaron las inundaciones y en 1556 las aguas de la porcion norte tambien se subdividieron al realizar obras complementarias, como el encauzamiento del Rio Cuautitlan, la construccion de diques en las lagunas de Zumpango y Xaltocan y el dique de San Cristobal (figura 4.1.[2]). Sin embargo las aguas de estos lagos siguieron invadiendo a la ciudad, por lo que el Virrey Don Martin Enriquez tuvo la idea del desagüe directo del entonces llamado Valle de Mexico y al no tener exito se abandono la idea.

Nuevamente se penso que el Rio de Cuautitlan era uno de los más peligrosos, por lo que el cosmografo Enrico Martinez planeo la construccion de una galeria subterranea para dar salida a estas aguas y mas tarde amplio su proyecto, incluyendo la salida de las aguas del lago de Texcoco, que era el que directamente atacaba la ciudad. En el año 1607 se iniciaron las labores y al año siguiente el tunel estaba terminado.

En el año de 1629 llovió fuertemente, derrumbando parte del tunel y los rios salieron de sus cauces: para 1637 se ordeno que se prosiguieran las obras pero haciendo un tajo abierto, el tajo de Nochistongo, en lugar del tunel.

En el siglo XVIII poco se hizo en lo referente a la hidrografia de la region, dedicandose a trabajar lentamente en la apertura del tajo de Nochistongo.

Para 1763 los lagos se colmaron en forma mas peligrosa que en 1747, por lo que se hicieron obras de refuerzo y proteccion.

Por fin en 1788 se dan por terminados los trabajos, poniendose en servicio el tajo de Nochistongo.

En 1792 volvio a inundarse la ciudad, repitiendose el suceso en 1795 por lo que se propuso la construccion de dos canales que desaguaran al tajo las lagunas de Zumpango y San Cristobal, obras que se realizaron en breve tiempo.

En el año de 1804 el Virrey Iturrigaray decreto la obra de desagüe general, la cual consistia en un canal partiendo de Texcoco, pasando por San Cristobal y Zumpango hasta desaguar el tajo, pero las revueltas hicieron que se abandonara lo hecho (figura 4.1.[3]).



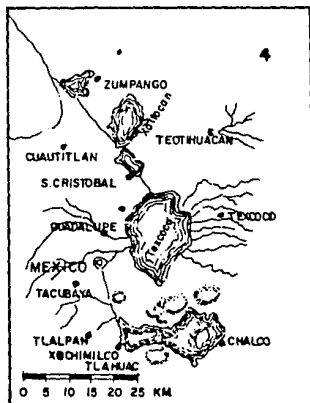
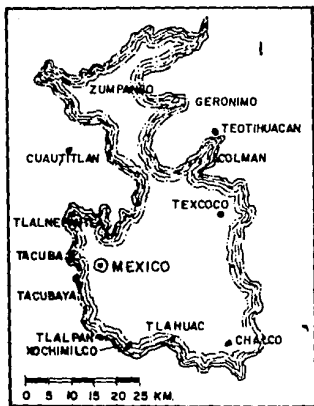
En la primera mitad del siglo XIX, en el Mexico independiente, la naturaleza se compadecio de la nacion y no desencadeno inundaciones.

En 1853 crecieron las aguas peligrosamente, esta ultima vez por las aguas del sur, notandose gran actividad al realizar reparaciones comunes de desagues, bordos y cauces pero ya se fue un poco mas al centro del problema.

En el año de 1856, fue aprobado el proyecto del Ing. Francisco de Garay como solucion definitiva al problema de la region. Este proyecto señalaba la construccion del Gran Canal, dándole salida por el tunel de Tequixquiac, trazando varios canales para introducir las aguas de Chalco y Xochimilco a las atarjeas de la ciudad, y comunicando el Lago de Xochimilco con el tajo de Nochistongo y el de Chalco con el de Zumpango, con lo que se dominaban las aguas (figura 4.1.(4)).

El gobierno de Porfirio Diaz realizo importantes obras en el Valle, como el saneamiento de Mexico y la introduccion de las aguas de Xochimilco. En 1911 principio la desecacion del lago de Texcoco: en 1915 desaparecio el ultimo resto de la laguna de Mexico: en 1925 se dio cima al proyecto de alcantarillado; en 1937 se inicio el control de las corrientes desde el poniente por medio de presas, canales y tuneles: en 1940 se comenzo la construccion del segundo tunel de Tequixquiac, el cual se inauguro en 1946.

Muchas obras se han ejecutado al paso del tiempo, pero todavia la tarea es larga, ya que hay que corregir errores y realizar obras nuevas para resolver los problemas fundamentales de la zona.



## EVOLUCION DE LOS LAGOS EN LA CUENCA DE MEXICO

- 1) Los límites aproximados durante la época prehispánica
- 2) a comienzos del siglo XVI
- 3) a comienzos del siglo XIX.
- 4) en el año 1889.

**UNAM.**

FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

**VERONICA MAYA CORTES**

FIGURA No. 4.1

AÑO 1991

#### IV.1 Región Hidrológica

La zona de estudio se ubica dentro de la Cuenca Hidrográfica de Xochimilco-Chalco (De la O. Carreño, 1954), la cual forma una unidad geohidrológica dispuesta en forma de anfiteatro, constituida en su parte baja por las planicies lacustres de los antiguos lagos de Xochimilco, Chalco y Tlahuac.

En estas planicies lacustres, se localizan acuíferos que son alimentados fundamentalmente por las infiltraciones de las lluvias que escurren de las serranías circundantes. Estimándose que más del 80% de los recursos geohidrológicos de esta provincia, la cual presenta una extensión de 1,508 km<sup>2</sup>, provienen de la recarga producida por las infiltraciones de las aguas pluviales captadas en los afloramientos de rocas volcánicas que constituyen la sierra Chichinautzin, que en su vertiente hacia la cuenca de México ocupa un área de 735 km<sup>2</sup> y el 20% restante se infiltra en forma directa en esta zona.

Las crestas de la sierra Chichinautzin delimitan dos vertientes: la norte que corresponde a la provincia de Xochimilco-Chalco y al sur que forma parte de la porción norte de la cuenca del Alto Amacuzac y son parteaguas fisiográficos naturales que se pueden considerar como parteaguas geohidrológicos de estas dos vertientes.

Las divisorias subterráneas están emplazadas hacia los valles de mayor elevación que colindan con la Cuenca de México; esto hace que el agua se distribuya de la siguiente manera: en la sierra Chichinautzin aproximadamente el 40% circula hacia la Cuenca de México y un 60% hacia el valle de Cuautla-Cuernavaca; en la sierra de Las Cruces el 70% circula hacia la Cuenca de México y un 30% hacia el valle de Toluca; para la sierra Nevada el 50% se distribuye hacia la Cuenca de México y el otro 50% hacia el valle de Puebla.

La hidrología de la cuenca de Chalco, está formada por los ríos: San Francisco al norte, el río de La Compañía al oeste, y por el sureste el río Ameca. Estos ríos desembocan al antiguo lago de Chalco, que anteriormente tenía un área de 60 km<sup>2</sup> aproximadamente y que actualmente se encuentra seco (Figura 4.2.).



#### **IV.1.1 Río San Francisco**

Este río es de tipo intermitente: es el colector del escurrimiento de la sierra de Río Frío. drena la parte norte de la planicie de Chalco y en las inmediaciones de Ixtapaluca vierte sus aguas al Río de la Compañía.

#### **IV.1.2 Río de la Compañía**

Este río tiene aguas permanentes, pero con pequeño caudal, nace en las estribaciones occidentales del Iztaccihuatl, en un lugar llamado Nahualac, sigue por la barranca del Negro, pasando cerca de San Rafael, San Juan Tlalmanalco, Miraflores y canalizado pasa cerca del Moral, Ex-Hacienda La Compañía y San Lucas, de ahí sigue por la base del cerro de Tlapacoya hasta Tlapizagua y de este lugar es conducido artificialmente al Lago de Texcoco por medio de un canal.

Los afluentes principales de este río se encuentran en la margen derecha y descienden de la sierra Nevada, siendo los siguientes: Huexoculco, que se encuentra a 200 m. al oeste de la Ex-Hacienda La Compañía; Cuautlapan o San Martín que tiene varios tributarios entre los cuales está el Pinahua, cuya confluencia se encuentra a unos 5.6 km. al noreste de Cuautlapan, cerca de San Lucas; el Buenavista, que tiene poco recorrido, nace en el origen del talweg entre los cerros Telapon y Papayo y se reúne canalizado a unos 2.5 km. al noreste de Chalco, en el puente de la carretera México-Cuautla con el río San Francisco.

#### **IV.1.3 Río Ameca**

Este río es de bastante desarrollo, tiene numerosos afluentes y régimen permanente, aunque no de caudal considerable. Nace en la barranca de unión del Iztaccihuatl con el Popocatepetl, cerca de la cresta de la sierra en el puerto Pela Gallinas, pasa por Tetepeixinac, Apaxtla, Paraje, Palo Rechinador y Cueva del Negro, entre otros.

Desde su nacimiento hasta Ladrillesco, desciende por las faldas de la sierra Nevada: a partir de Ladrillesco hasta cerca

de Amecameca, separa los lomerios de Tezayo al norte y el Coatepec al sur y desde Tenango del Aire hasta cerca de Temamatla fluye entre las elevaciones del Tenayo al este y del Zilcuayo, en su ramal Dos Cerros y Yaqueme, al norte.

Los afluentes finales que descienden también de la sierra Nevada y que se unen al río de Ameca, por la margen derecha son los siguientes: Amalacaxco, que entronca cerca de Tomacoco; Alcala, que nace por Macuileca y llega cerca de Cruz del Tezague; Ayolocotl, uno de los más importantes con numerosos tributarios y que nace al pie de las nieves del Iztaccihuatl en Nahualaque, recibiendo un tributario cerca de Tamariz, teniendo su confluencia cerca de Ayapango.

Por la margen izquierda se reúnen al arroyo de Ameca los afluentes de Ameyalco, Palo Rechinador, Providencial y Xalapatlaco, que descienden del Popocatepetl, estos arroyos son torrenciales y de muy corto recorrido, excepto el Xalapatlaco, que pasa cerca de Ladrillesco.

#### IV.2 Zonas Hidrográficas

Hay actualmente cinco zonas hidrográficas en la parte alta que circunda la Cuenca y cada una se distingue por sus características particulares.

La zona más elevada es la glaciación a 5,200 m. de altura. En la parte alta se distingue por sus circos, detritus y rocas estriadas por la erosión glaciaria. La mayor parte de los cursos de agua en esta región pasan a través de las fracturas en las rocas y del material permeable que se encuentra ahí.

La siguiente zona de importancia está comprendida entre los límites de la vegetación a 3,500 m. y los 4,000 m., donde se observan bloques erráticos, rocas estriadas y superficies pulidas, morrenas naturales así como depresiones y barrancas. Era una zona erosionada en los últimos tiempos glaciares, siendo actualmente una zona inhabitable que contiene algunos manantiales procedentes del agua de infiltración acumulada en las zonas permeables. Existen evidencias de fuerte erosión glaciaria a una altura que se extiende de 4,000 a 4,500 m. Hay también muchos arroyos con sedimentos glaciares y fluviales, así como evidencias

de desintegración de rocas. Esta es una zona donde comienzan a formarse suelos con vegetación de altura. Aquí los arroyos se han erosionado en gran parte y hay numerosos manantiales.

La zona de erosión más fuerte está situada entre 2.500 y 3.500 m. de altura. Los cañones y escarpes en esta área son profundos y hay gran cantidad de cursos superficiales con la aportación de numerosos manantiales. Los dos grandes volcanes reciben enormes cantidades de precipitación, pero la mayor parte de ella se pierde por la infiltración, por lo que las corrientes superficiales son mucho menores en su volumen que el total de la precipitación caída durante los meses lluviosos. Hay gran cantidad de evaporación debido a la abundancia de humedad que contiene el aire de acuerdo con la altitud y las condiciones superficiales.

Por otra parte se ha estimado que más del 60% de las lluvias se infiltra en los materiales permeables de esta región. La permeabilidad que se tiene en el Iztaccihuatl se debe a su origen volcánico, ya que se compone de rocas fragmentadas de un material ligero con gran fracturamiento. Este tipo de roca, como la ceniza y el polvo volcánico que se encuentra en las laderas de los volcanes más grandes de 3.500 m. hasta el límite de las nieves perpetuas permite una rápida infiltración. Los materiales basálticos absorben agua rápidamente por lo que no se aprecia un sistema hidrográfico bien definido en el área volcánica que rodea la cuenca.

En las áreas sin bosques, el escurrimiento es mayor, disminuyendo la infiltración. Además las características del material rocoso y la inclinación de los estratos tienen un efecto definido en la dirección y en el desarrollo de los arroyos. También la actitud estructural de los estratos graduales tienen un efecto importante en la disposición de los arroyos y modifican grandemente las cantidades relativas de evaporación, absorción y corriente de superficie.

### IV.3 Estaciones Hidrométricas

Cercanas a la zona de estudio se localizan 3 estaciones hidrométricas (figura 4.3.), las cuales presentan el problema que solo permiten conocer en forma parcial el volumen de agua que entra a la cuenca y no se tiene la medición del volumen de agua que sale de la misma, lo cual afecta en el balance hidrológico superficial de esta cuenca.

El volumen medio anual de las estaciones hidrométricas se encuentra en la figura 4.3.

### IV.4 Lluvia

Para realizar el análisis climatológico en la zona de estudio, es necesario obtener datos de precipitación, temperatura y evaporación comprendidos en un periodo de 20 años, correspondientes a estaciones climatológicas en el área de estudio o cercanas a ella.

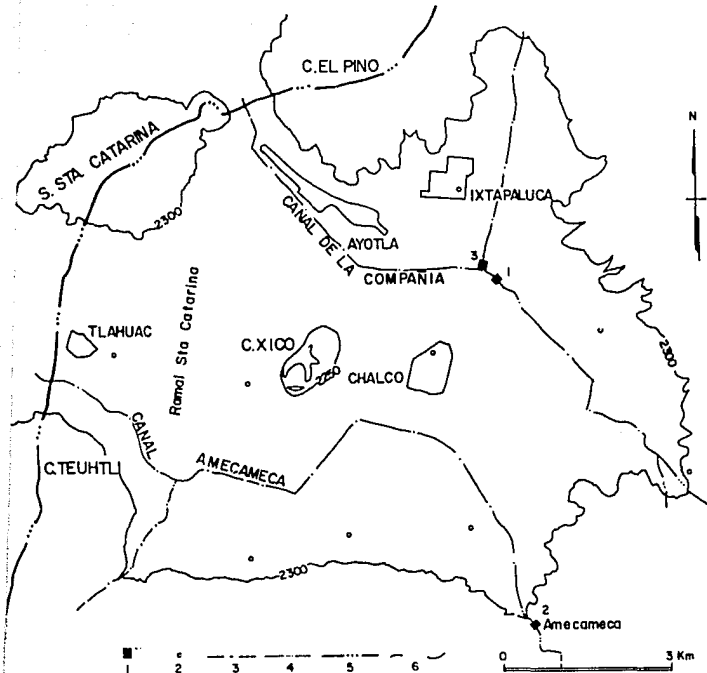
Para analizar la lluvia de la zona de estudio, se tomo en cuenta un área de 367 Km<sup>2</sup>, donde se localizaron 4 estaciones climatológicas ubicadas cerca del área de estudio (figura 4.4.), obteniéndose los datos correspondientes de precipitación pluvial (cuadro 4.4.1.).

Con base en la información obtenida en el cuadro anterior, se formaron las isoyetas medias anuales, tomando en cuenta un periodo de 20 años, comprendido de 1966 a 1985, las cuales se trazaron en el plano de la figura 4.5.. Este plano muestra que la zona de estudio se localiza entre las isoyetas de 600 y 700 mm., observando que se presenta un aumento en la precipitación pluvial hacia la parte sureste del área y una disminución de la cantidad de lluvia hacia la parte noroeste.

Se calculo el valor de la lamina de lluvia media anual de esta region de la siguiente manera:

- a) Se determina el área entre curvas.





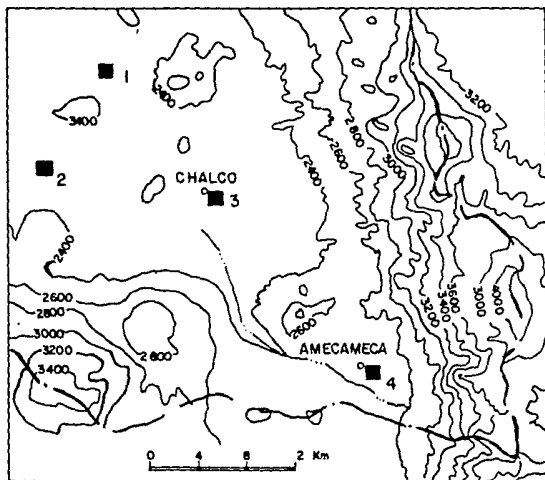
- 1.- Estación hidrométrica.
- 2.- Poso de explotación.
- 3.- Canal
- 4.- Río
- 5.- Límite de cuenca
- 6.- Curva de nivel

EST. HIDR.	CORRIENTE	VOL. MEDIO EN MILL. M <sup>3</sup>
San Lucas	R. Compañía	6.0
San Marcos	R. San. Fco.	4.3
San Luis A.	R. Ameca	24.3

# ESTACIONES HIDROMETRICAS

**UN.A.M.**  
FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA No. 4.3	AÑO 1991

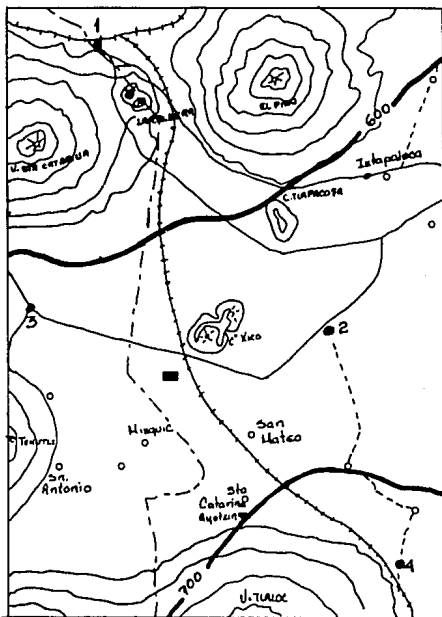


- 1. Los Reyes
- 2. Tlahuac
- 3. Chalco
- 4. San Luis Ameca

# LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS

**UN.A.M.**  
FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA No. 4.4	AÑO 1991



# PLANO DE ISOYETAS

**UNAM.**  
 FACULTAD DE  
 INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA No. 4.5	AÑO 1991

b) Se calcula la isoyeta promedio sumando los valores de las isoyetas ubicadas dentro del area y dividiendo el resultado entre el numero de curvas marcadas.

c) Por ultimo se calcula el volumen anual llovido. el cual se obtiene multiplicando la isoyeta promedio por el area entre isoyetas.

(Cuadro 4.4.2.)

La lamina media anual de lluvia se determina dividiendo el volumen total anual de lluvia entre el area total de estudio.

$$\text{Lamina media anual de lluvia} = \frac{231.812 \times 10^6 \text{ m}^3}{367 \times 10^6 \text{ m}^2} = 0.631 \text{ m.}$$

Lamina media anual de lluvia = 631 mm.

#### IV.5 Temperatura

Para obtener la temperatura de la zona se tomaron en cuenta las mismas 4 estaciones climatologicas del calculo anterior. La relacion de las estaciones ubicadas en el area y el valor de temperatura media correspondiente a cada estacion se muestra en el cuadro 4.4.1.. El periodo comprendido para el calculo de la temperatura media es de 20 años. los cuales corresponden de 1966 a 1985.

Con base en los datos obtenidos se formo el plano de isotermas para la misma area de 367 Km<sup>2</sup>. mostrado en la figura 4.6..

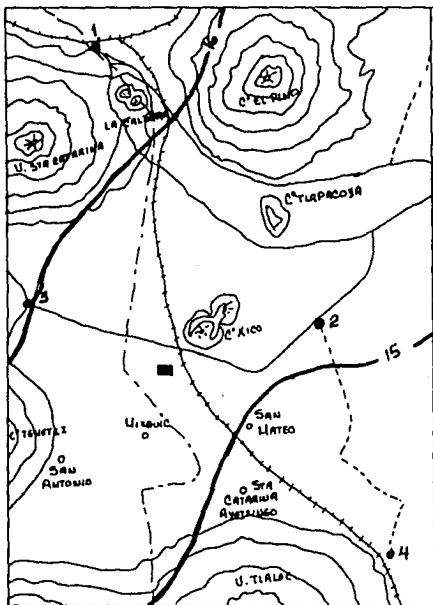
El plano de isotermas muestra que en la zona de estudio se tiene una temperatura entre los 15 y 16 °C. presentando una disminucion de temperatura hacia la parte sureste del area en cuestion. asi como un incremento de la temperatura en la parte

CUADRO 4. 4. 1.

NOMBRE ESTACION	LLUVIA mm	TEMP. MEDIA ANUAL °C	EVAPORACION mm
TLAHUAC	612.93	16.01	1511.45
SAN LUIS	737.89	14.23	1801.51
LOS REYES	536.63	16.39	1874.74
CHALCO	638.95	15.13	1702.61

CUADRO 4. 4. 2.

AREA ENTRE ISOMETAS x E6 m <sup>2</sup>	ISOMETAS (m)	ISOMETRA PROMEDIO (m)	VOLUMEN ANUAL LLOVIDO x E6 m <sup>3</sup>
109.67	0.500 - 0.600	0.550	60.319
215.05	0.600 - 0.700	0.650	139.783
42.28	0.700 - 0.800	0.750	31.710
367.00	VOLUMEN ANUAL LLOVIDO =		231.812



## PLANO DE ISOTERMAS

**UNAM.**

FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA No 4.6	AÑO 1991

noroeste de la misma, coincidiendo estas áreas donde disminuye la temperatura con una mayor precipitación y viceversa.

El cálculo de la temperatura media anual en la zona, se obtuvo de la misma manera que para la precipitación, donde los datos necesarios se presentan en el cuadro 4.5.1..

$$\text{Temperatura media anual} = \frac{5664.48 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{367 \times 10^6 \text{ m}^2} = 15.43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

**Temperatura media anual = 15.43 °C**

#### IV.6 Evaporación

Para el análisis de la evaporación en la misma zona, se tomaron en cuenta las mismas cuatro estaciones climatológicas, obteniendo valores correspondientes a dichas estaciones, los cuales se muestran en el cuadro 4.4.1.. El análisis se realizó para un periodo de 10 años, que comprende de 1977 a 1986. Este cálculo no fue posible realizarlo en un periodo de 20 años debido a la falta de registros de las estaciones climatológicas.

De acuerdo con estos datos se realizó el plano de curvas de igual evaporación (isoevaporación), mostrado en la figura 4.7..

La zona de estudio en este plano se ubica entre las curvas con valores de 1600 y 1700 mm., estando más próxima a la curva de 1600 mm.. Se puede apreciar que el valor de las curvas disminuye hacia la parte oeste, hacia el poblado de Tlahuac, aumentando la evaporación hacia el norte y hacia el sureste.

Los datos para el cálculo de la lámina de evaporación media anual, se registran en el cuadro 4.6.1..

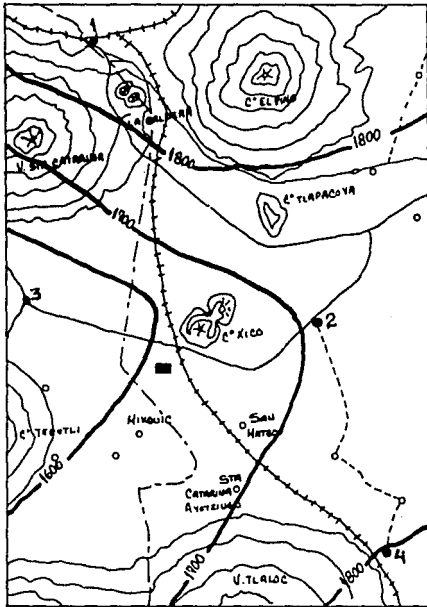
CUADRO 4. 5. 1.

AREA ENTRE ISOTERMAS	ISOTERMAS	ISOTERMA PROMEDIO	VOLUMEN ANUAL DE TEMPERATURA
x E6 m <sup>2</sup>	-C	+C	x E6 m <sup>3</sup> -C
52.76	16 - 17	16.5	870.54
237.46	15 - 16	15.5	3680.63
76.78	14 - 15	14.5	1113.31
367.00	VOLUMEN ANUAL DE TEMPERATURA = 5664.48		

CUADRO 4. 6. 1.

AREA ENTRE CURVAS DE ISUEVAPORACION	ISUEVAPORACION	PROMEDIO DE EVAPORACION	VOLUMEN ANUAL DE EVAPORACION
x E6 m <sup>2</sup>	(%)	(%)	x E6 m <sup>3</sup>
78.20	1.800 - 1.900	1.850	144.67
143.68	1.700 - 1.800	1.750	251.44
100.86	1.600 - 1.700	1.650	166.419
37.12	1.500 - 1.600	1.550	57.536
7.14	1.800 - 1.900	1.850	13.209
367.00	VOLUMEN ANU DE EVAPORACION = 633.274		





# PLANO DE ISOEVAPORACION

**UNAM.**  
 FACULTAD DE  
 INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA No. 4.7	AÑO 1991

$$\text{Evaporación media anual} = \frac{633.274 \times 10^6 \text{ m}^3}{367 \times 10^6 \text{ m}^2} = 1.726 \text{ m.}$$

Evaporación media anual = 1726 mm.

#### IV.7 Evapotranspiración

El cálculo de la evapotranspiración se realizó mediante el método L'Turc (referencia No. 10), aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{ETR} = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

ETR = Evapotranspiración real en mm/año.

P = Lluvia en mm/año.

L =  $300 + 25T + 0.05T^3$

T = Temperatura media anual en °C.

Los datos de lluvia como de temperatura, son los obtenidos en las láminas medias anuales de los incisos IV.4 y IV.5, siendo estos 631 mm, y 15.43 °C respectivamente.

$$L = 300 + 25(15.43) + 0.05(15.43)^3$$

$$L = 300 + 385.75 + 183.6835$$

$$L = 869.4325$$

$$\text{ETk} = \frac{631 \text{ mm}}{\sqrt{0.9 + \frac{(631)^2}{(869.4325)^2}}} = \frac{631 \text{ mm}}{1.42673}$$

ETR = 442.27 mm.

De acuerdo con este resultado, se tiene una perdida por evapotranspiracion del 70.09% de la lluvia que precipita en esta zona, lo cual indica que la infiltracion del total de agua de lluvia es del 29.91%, que corresponde a una lámina de infiltracion de 188.73 mm..

#### IV.8 Clima Calculado

El calculo del clima se realizo de acuerdo con el Segundo Sistema de Clasificacion de Climas de C. W. Thornthwaite, utilizando los datos correspondientes a la estacion climatologica de Chalco, Edo. de Mexico, la cual se encuentra operada por la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos. Se tomo esta estacion debido a la cercania con la zona de estudio y por contar con datos completos para este calculo.

Para la obtencion del clima son necesarios los siguientes datos:

a) Temperatura media mensual (T) en °C de la estacion meteorologica correspondiente.

b) Precipitación mensual (P) en cm. de la estacion meteorologica correspondiente.

c) Indice de calor mensual (i), el cual esta dado por la formula:

$$i = ( T/5 ) 1.514$$

Donde:

i = Indice de calor mensual.

T = Temperatura media mensual en °C.

La suma de los 12 valores mensuales "I" es igual al índice de calor "I".

d) Evapotranspiración potencial mensual sin corregir (EP'), la cual está definida por la ecuación:

$$EP' = 1.6(10T/I)(6.75 \times 10^{-7}) \times I^3 (7.71 \times 10^{-5}) \times I^2 + (17.92 \times 10^{-3}) \times I + 49.2 \times 10^{-2}$$

Donde:

T = Temperatura media mensual en °C.

I = Índice de calor anual.

e) Factor de corrección por latitud (F). Este factor se debe a los diferentes valores de iluminación que ocurren a diferentes latitudes, lo cual influye en la evaporación.  
(Se obtiene por medio de tablas)

f) Evapotranspiración potencial (EP). Se obtiene multiplicando el valor de la evapotranspiración potencial sin corregir (EP'), por el factor (F) de corrección por latitud.

g) Movimiento de humedad en el suelo (MHS) en cm., es el valor del agua que ingresa o es obtenida de la reserva en ese lugar y para la cual se considera un valor máximo de 10 cm., por ser este el valor de capacidad de almacenamiento especificado.

Si el valor de la precipitación "P" es menor a la evapotranspiración potencial "EP", significa que no hay movimiento de agua en el suelo y por lo tanto su valor es cero. Si el valor de la precipitación "P" es mayor que la evapotranspiración potencial "EP", ese excedente irá a la reserva; lo que nos muestra que si hay movimiento de humedad en el suelo y su valor será la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración.

El valor del movimiento de humedad en el suelo (MHS), sera la diferencia de los dos conceptos anteriores hasta un máximo de lo que contenga la reserva en ese momento.

h) **Humedad almacenada en el suelo (HA)** en cm.. Es el valor del contenido de agua en el suelo, al final de cada mes.

Es igual al valor de la humedad almacenada (HA) en el mes anterior, mas la suma algebraica del movimiento de humedad (MHS) del mes que se trate.

i) **Demasia de agua (S)**. Es la diferencia positiva que existe entre la precipitación "P" y la evapotranspiración "EP", restándole la cantidad que pasa a formar parte de la reserva de agua en el subsuelo (MHS), que en este caso tiene signo positivo.

La suma de los valores mensuales, da la demasia anual (Sa).

j) **Deficiencia de agua (d)** en cm.. Es una función directa de la evapotranspiración potencial "EP" y la evapotranspiración real "EPR". La diferencia da por resultado el valor de la deficiencia y la suma de los valores mensuales, da la deficiencia anual (da).

k) **Evapotranspiración real (EPR)** en cm.. Es la evapotranspiración que se presenta en un área determinada, en función del agua disponible total. Para este cálculo pueden presentarse los siguientes casos:

- 1) Cuando la precipitación "P" es igual o mayor que la evapotranspiración potencial "EP".

Cuando esto sucede, no hay limitantes de agua y por lo tanto, se evapotranspira todo lo que señala el valor de evapotranspiración potencial.

$$P \geq EP \therefore EPR = EP$$

- 2) Cuando la precipitación "P" es menor que la evapotranspiración potencial "EP".

En este caso, se evapotranspira solo lo que aporta la lluvia mas la humedad que se tiene almacenada en el suelo.

$$P < EP \therefore EPR = P + MHS$$

1) **Escorrimento (E)**. El valor del escurrimiento para un determinado mes, sera igual al 50 % del valor de la demasia de ese mismo mes, mas la mitad de lo que dejo de escurrir el mes anterior.

■) **Relación Pluvial (RP)**. Se calcula con base en la fórmula:

Donde:

P = Precipitación mensual en cm.

$$RP = \frac{P - EP}{EP}$$

EP = Evapotranspiración mensual en cm.

Existiendo la siguiente relación para analizar este punto:

CUANDO	INDICA
RP = 0 ----->	P = EP
RP > 0 ----->	P > EP
RP < 0 ----->	P < EP

n) **Indice de humedad (Ih)** en % se obtiene a partir de la fórmula:

Donde:

Sa = Demasia anual de agua en cm.

$$Ih = \frac{100 Sa}{EPa}$$

EPa = Evapotranspiración anual en cm.

En este caso, se evapotranspira solo lo que aporta la lluvia mas la humedad que se tiene almacenada en el suelo.

$$P < EP \therefore EPR = P + MHS$$

l) **Escorrimento (E)**. El valor del escurrimiento para un determinado mes, sera igual al 50 % del valor de la demasia de ese mismo mes, mas la mitad de lo que deajo de escurrir el mes anterior.

m) **Relación Pluvial (RP)**. Se calcula con base en la fórmula:

Donde:

P = Precipitación mensual en cm.

$$RP = \frac{P - EP}{EP}$$

EP = Evapotranspiración mensual en cm.

Existiendo la siguiente relación para analizar este punto:

CUANDO

INDICA

RP = 0	-----)	P = EP
RP > 0	-----)	P > EP
RP < 0	-----)	P < EP

n) **Indice de humedad (Ih)** en % se obtiene a partir de la fórmula:

Donde:

Sa = Demasia anual de agua en cm.

$$Ih = \frac{100 Sa}{Epa}$$

Epa = Evapotranspiración anual en cm.

o) Índice de aredez (Ia) en %. Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$Ia = \frac{100 da}{Epa}$$

Donde:

da = Deficiencia anual de agua en cm.

p) Índice pluviométrico (Im) en %. Sustituyendo las dos ecuaciones anteriores en la ecuación:

$$Im = \frac{100 Sa - 60 da}{Epa}$$

Se obtiene:

$$Im = Ih - 0.6 Ia$$

q) Concentración térmica en el verano (S) en %. Se aplica la fórmula:

$$S = \frac{100 \times \Sigma EPn}{Epa}$$

Donde:

$\Sigma EPn$  = Suma de las (EP) de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta, siendo estos meses Abril, Mayo y Junio.

Con los datos obtenidos de estos puntos, los cuales se muestran en el cuadro 4.8.1. se determina el clima, tomando los parámetros correspondientes ya establecidos.

El clima que se presenta de acuerdo con Thornthwaite es (C2, S2, B'2, a'), correspondiendo a un clima semihúmedo con gran deficiencia de agua estival, siendo un clima templado-frío y con un tipo de concentración térmica más bajo que el que le corresponde al clima.



CUADRO 4. B. J.  
 CALCULO DEL CLIMA  
 ESTACION CHALCO EDO. DE MEXICO  
 PERIODO 1967 - 1985

LATITUD: 19° 20' 05" Norte      LONGITUD: 98° 41' 02" Oeste      OPERADA POR: S. A. R. H.

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL				DETERMINACION DE LOS FACTORES DE CLASIFICACION DEL CLIMA											
M E S	TEMPERATURA T <sub>a</sub> °C	E. P. °C	FACTOR DE CORRECCION K <sub>c</sub>	E. P. °C	P. EN MM	M H S	H A	E. P. R.	d	S	E	R P			
ENERO	11.43	3.48	3.75	0.99	3.71	1.42	0.00	0.00	1.42	2.29	2.29	1.15	-0.62		
FEBRERO	12.14	3.61	4.11	0.91	3.74	0.84	0.00	0.00	0.84	2.90	2.90	2.02	-0.78		
MARZO	15.14	5.33	5.75	1.03	5.92	1.31	0.00	0.00	1.31	4.61	4.61	3.32	-0.78		
ABRIL	16.98	6.88	6.88	1.05	7.22	2.57	0.00	0.00	2.57	4.65	4.65	3.99	-0.64		
MAYO	18.04	6.95	7.50	1.12	8.40	5.26	0.00	0.00	5.26	3.14	3.14	3.56	-0.37		
JUNIO	17.55	6.72	7.25	1.10	7.98	9.84	1.86	1.86	7.98	0.00	0.00	1.78	0.23		
JULIO	16.78	6.26	6.76	1.13	7.64	13.93	6.29	8.16	7.64	0.00	0.00	0.89	0.82		
AGOSTO	16.51	6.10	6.57	1.09	7.16	12.66	5.50	13.65	7.16	0.00	0.00	0.45	0.77		
SEPTIEMBRE	16.36	6.04	6.51	1.02	6.64	9.92	3.28	16.93	6.64	0.00	0.00	0.22	0.49		
OCTUBRE	15.48	5.55	5.98	1.01	6.04	4.87	0.00	16.93	4.87	1.17	1.17	0.70	-0.19		
NOVIEMBRE	13.24	4.35	4.69	0.96	4.50	0.69	0.00	16.93	0.69	3.81	3.81	2.25	-0.85		
DICIEMBRE	11.91	3.72	4.00	0.98	3.92	0.59	0.00	16.93	0.59	3.33	3.33	2.79	-0.85		
ANUAL	15.13	64.69	69.75		72.88	63.90				25.91	25.91				

100 x 25.91

I<sub>h</sub> = 35.56 %  
72.88

I<sub>m</sub> = 35.56 - (0.6 x 35.56) = 14.22

100 x 25.91

I<sub>a</sub> = 35.56 %  
72.88

100 x 23.60  
S = 32.38 %  
72.88

CLIMA: 12.52 h<sup>2</sup> a<sup>2</sup> / SEMI-SECO, CON GRAN DEFICIENCIA DE AGUA ESTIVAL. TEMPLADO-FRIO, CON UN TIPO DE CONCENTRACION TERMICA MAS BAJA QUE LO QUE CORRESPONDE A ESTE CLIMA.

CUADRO 4. 8. 1.  
 CALCULO DEL CLIMA  
 ESTACION CHALCO EDO. DE MEXICO  
 PERIODO 1967 - 1985

LATITUD: 19- 20' 05" Norte		LONGITUD: 98- 41' 02" Oeste						OPERADA POR: S. A. R. H.					
CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL						DETERMINACION DE LOS FACTORES DE CLASIFICACION DEL CLIMA							
M E S	TEMPERATURA + C	E. P. SIN CORRECCION	FACTOR DE CORRECCION	P. DE NEVADA	P. DE LLUVIA EN CM.	MHS	HA	E.P.R.	d	S	E	R P	
		CM.	CM.	CM.	CM.	CM.	CM.	CM.	CM.	CM.	CM.	CM.	
ENERO	11.43	3.48	3.75	0.99	3.71	1.42	0.00	0.00	1.42	2.29	2.29	1.15	-0.62
FEBRERO	12.14	3.81	4.11	0.91	3.74	0.84	0.00	0.00	0.84	2.90	2.90	2.02	-0.78
MARZO	15.14	5.33	5.75	1.03	5.92	1.31	0.00	0.00	1.31	4.61	4.61	3.32	-0.78
ABRIL	16.96	6.38	6.88	1.05	7.22	2.57	0.00	0.00	2.57	4.65	4.65	3.99	-0.64
MAYO	18.04	6.95	7.50	1.12	8.40	5.26	0.00	0.00	5.26	3.14	3.14	3.56	-0.37
JUNIO	17.55	6.72	7.25	1.10	7.98	9.84	1.86	1.86	7.98	0.00	0.00	1.78	0.23
JULIO	16.78	6.26	6.76	1.13	7.64	13.93	6.29	6.16	7.64	0.00	0.00	0.89	0.82
AGOSTO	16.51	6.10	6.57	1.09	7.16	12.66	5.50	13.65	7.16	0.00	0.00	0.45	0.77
SEPTIEMBRE	16.36	6.04	6.51	1.02	6.64	9.92	3.28	16.93	6.64	0.00	0.00	0.22	0.49
OCTUBRE	15.48	5.55	5.98	1.01	6.04	4.87	0.00	16.93	4.87	1.17	1.17	0.70	-0.19
NOVIEMBRE	13.24	4.35	4.69	0.96	4.50	0.69	0.00	16.93	0.69	3.81	3.81	2.25	-0.85
DICIEMBRE	11.91	3.72	4.00	0.98	3.92	0.59	0.00	16.93	0.59	3.33	3.33	2.79	-0.85
ANUAL	15.13	64.69	69.75		72.80	63.90				25.91	25.91		

$$100 \times 25.91 = 2591$$

$$I_h = \frac{2591}{72.88} = 35.56\%$$

$$I_m = 35.56 - (0.6 \times 35.56) = 14.22$$

$$100 \times 25.91 = 2591$$

$$I_a = \frac{2591}{72.88} = 35.56\%$$

$$S = \frac{100 \times 23.60}{72.88} = 32.38\%$$

CLIMA: (C2 S2 B'2 a') SEMI-HUMEDO, CON GRAN DEFICIENCIA DE AGUA ESTIVAL, TEMPLADO-FRIO, CON UN TIPO DE CONCENTRACION TERMICA MAS BAJA QUE LO QUE CORRESPONDE A ESTE CLIMA.

#### IV.9 Histogramas

Se elaboraron dos histogramas. Uno para la precipitación y otro para la temperatura. con el objeto de observar las vibraciones que presentan estos dos elementos climáticos, así como para determinar los periodos lluviosos y de sequia tomando en cuenta el mismo periodo que se utilizo para el cálculo del clima (de 1966 a 1985).

La figura 4.8 muestra la variación de la precipitación. donde se tiene que el periodo lluvioso comienza en Junio y termina en Septiembre y la etapa de sequia es de Octubre a Mayo.

En la figura 4.9. observamos que la variación de temperatura en los doce meses del año es muy poca. ya que las temperaturas oscilan de 11.43 °C en el mes de Enero, siendo este valor el más bajo hasta 18.04 °C en el mes de Mayo, correspondiendo a la temperatura más elevada.

# HISTOGRAMA DE PRECIPITACION

Estación Chico

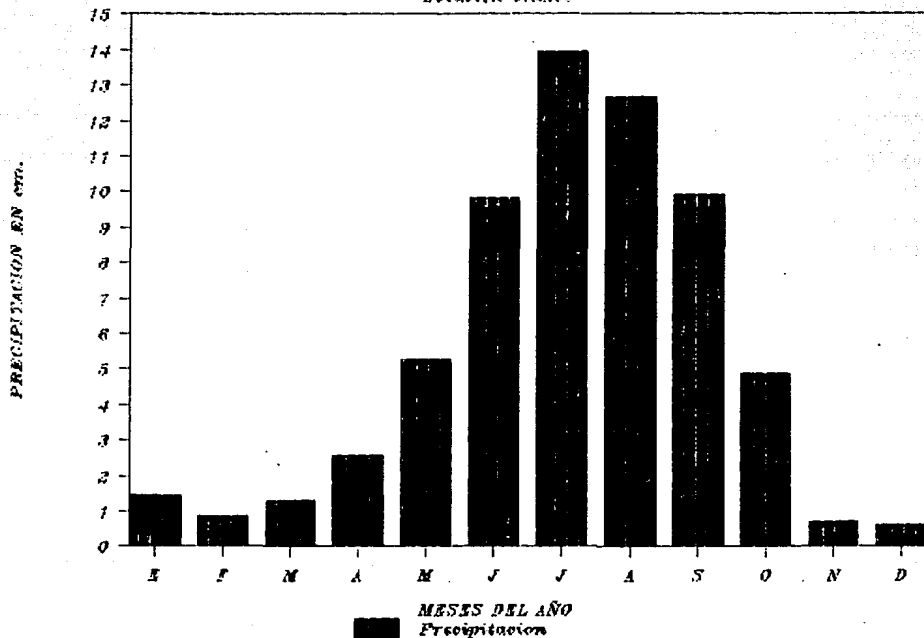


Figura 4.8

# HISTOGRAMA DE TEMPERATURA

Estación Chiloé

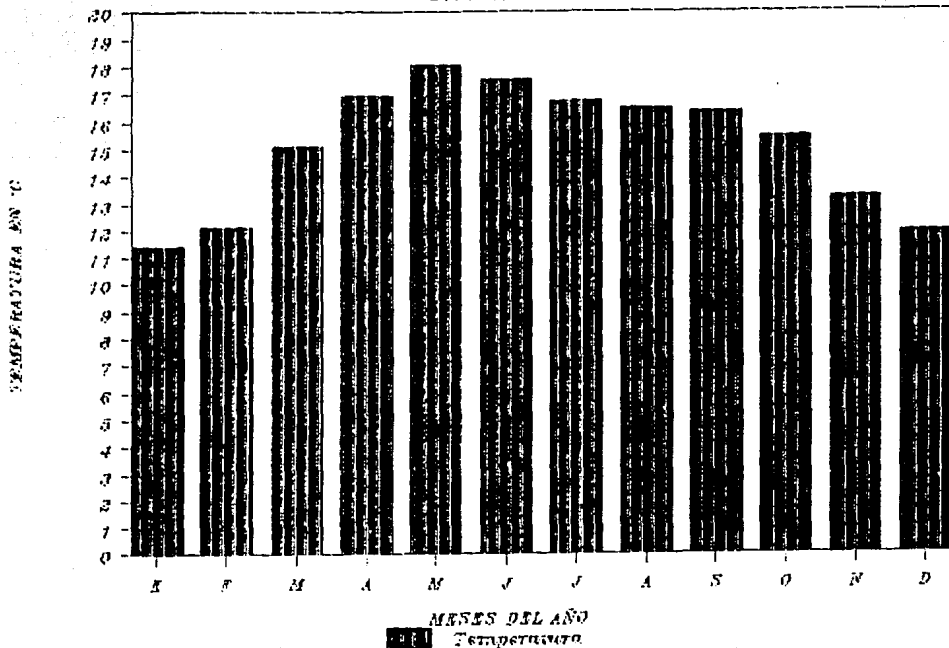


Figura 4.9.

## CAPITULO V

### HIDROGEOLOGIA

#### V.1 Unidades Hidrogeológicas

En la parte sur de la Cuenca de Mexico, se han encontrado formaciones que siguen una secuencia definida, que por su origen se han agrupado en cuatro grupos principales, denominandose al Cuerpo Superior como Lacustre, predominando un acuitardo, el cual se encuentra depositado sobre material no consolidado, conocido como Granular y Basáltico, denominado Cuerpo Intermedio Superior, el cual subyace a otro llamado Volcánico, asignandose como Cuerpo Intermedio Inferior; este cuerpo descansa sobre otro de origen sedimentario calcareo.

##### V.1.1 Cuerpo Superior Lacustre - Acuitardo

Este cuerpo se origino con los depositos lacustres formados por la ultima sedimentacion de los lagos que cubrian las partes bajas de la cuenca. A pesar de que estas formaciones lacustres presentan intercalaciones de materiales recientes, se les considera un solo cuerpo que corresponde al acuitardo, el cual presenta una superficie aproximada de 1,100 Km<sup>2</sup> y espesores que varian hasta unos 300 m. en algunas zonas (Martinez G., 1989).

##### V.1.2 Cuerpo Intermedio Superior - Granular y Basáltico

Este acuífero esta formado por depositos continentales granulares no consolidados de diferentes orígenes, tales como cenizas, aglomerados volcanicos y aluviones arrastrados. Este material constituye el acuífero principal de la cuenca; cuenta con un espesor que varia en algunas zonas hasta de 100 m., disminuyendo este espesor hacia la periferia de la cuenca.

La profundidad de la base de este acuífero granular en su contacto con las rocas fracturadas terciarias, presenta areas hasta de 1.300 m..

La cima de este cuerpo granular se encuentra en la base del acuitardo, cuando este no descansa en rocas volcánicas basálticas del Cuaternario o volcánicas Terciarias y en algunos casos bajo las basálticas.

Las rocas basálticas fracturadas recientes del Cuaternario, producto de las últimas emisiones volcánicas, predominan en la porción sur cubriendo la sierra Chichinautzin, con espesores hasta de 2.000 m..

La cima y la base de esta formación afloran en la sierra Chichinautzin, al norte de la sierra de Las Cruces y la sierra Nevada y en algunas partes está cubierta por el acuitardo y el granular, en su base puede llegar a tener hasta 2.500 m. de profundidad.

#### V.1.3 Cuerpo Intermedio Inferior Volcánico

El material volcánico constituido por andesitas, dacitas y riocitas se localizan bajo el cuerpo granular.

La base del acuífero volcánico presenta una superficie mayor a los 2.000 m., la cual hacia el oeste alcanzan hasta 4.000 m. y hacia el este 3.000 m.

El espesor varía desde 1.000 m. en el centro de la cuenca hasta los 4.000 m. en la sierra de Las Cruces.

#### V.1.4 Cuerpo Inferior Calizo

Bajo el cuerpo volcánico se localizan las rocas calizas del Cretácico; sin embargo se han localizado formaciones como la Mezcala y el Grupo Balsas, las cuales deben cubrir a las calizas y como estas formaciones están constituidas de lutitas, areniscas y conglomerados calcáreos tienen una permeabilidad menor y por lo tanto pueden funcionar como acuitardos.

## V.2 Características Hidrodinámicas

El sistema acuífero de Chalco está constituido por un acuífero confinado y un acuífero libre, el cual cambia su carácter hidráulico hacia los márgenes de la cuenca, donde actúa como acuífero libre.

Las rocas volcánicas del Terciario Medio y parte del Terciario Superior son rocas impermeables que constituyen barreras locales al flujo de las aguas subterráneas en las formaciones acuíferas de sus vecindades. Puede considerarse como el basamento impermeable de la zona.

Los clastos sedimentarios del Terciario Superior son depósitos piroclásticos, acumulaciones de pie de monte y abanicos aluviales, los cuales constituyen una formación acuífera con variantes de porosidad y permeabilidad que dan como resultado capacidades específicas de producción (caudal/abatimiento), relativamente bajas.

Pertenecientes a una edad Cuaternaria se tienen las rocas volcánicas basálticas, corrientes de lavas basálticas vesiculares y escoráceas, tezontles, depósitos cineríticos y piroclásticos pertenecientes a la serie volcánica Chicninautzin, estas rocas constituyen una formación acuífera que en la zona de estudio presentan muy altos coeficientes de porosidad y permeabilidad, así como un coeficiente de infiltración muy elevado y es el área principal de captación de los acuíferos dentro de la provincia.

En los contactos de esta formación, con los depósitos lacustres de poca permeabilidad se presentan manifestaciones de artesianismo que originan alumbramientos en forma de manantiales.

La recarga como respuesta a la infiltración es muy rápida y su régimen de escurrimiento subterráneo es en algunos casos turbulento, constituyendo el mejor acuífero de la zona de estudio.

Los depósitos y sedimentos lacustres, aluviales y evaporitas del Cuaternario reciente, son depósitos de muy baja permeabilidad, se estiman que se tiene un gradiente ascendente en el área de Xico a través de estas unidades (Ortega G. A. y Farvolden R. N., 1989).

Localmente estos depósitos retrasan o impiden las infiltraciones y el flujo subterráneo, pues se presentan en algunos



casos como costras calichosas o sedimentos delgados arcillosos en las partes bajas de la zona. Operan localmente como confinantes de las formaciones acuíferas.

### V.3 Modelo Conceptual de Funcionamiento de la Cuenca

#### V.3.1 Modelo Global

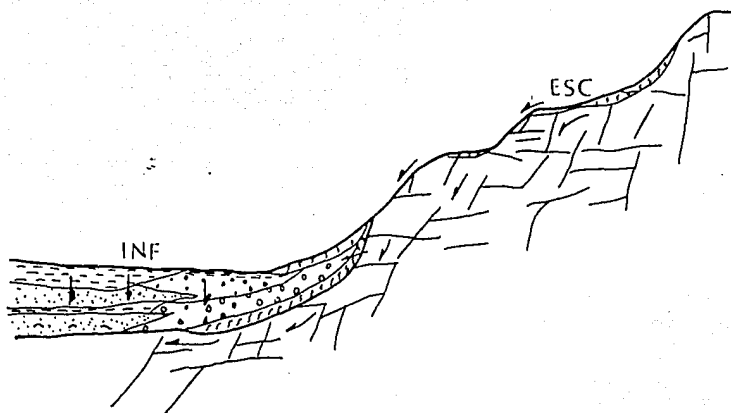
La cuenca presenta excedentes de agua superficial en la época de lluvias, que es de Junio a Septiembre. La parte oeste de la Sierra de Santa Catarina, constituye una zona de recarga para el acuífero de Chalco, así como también para Xochimilco y Texcoco.

Hidrologicamente, las partes altas constituyen la zona de escurrimiento superficial. Este escurrimiento se concentra en la base del pie de monte y alimenta la planicie, la zona ubicada entre el pie de monte y la planicie presenta permeabilidades muy altas.

Parte del agua que escurre se infiltra lentamente en la zona de los depósitos fluviales y en zonas donde no se tienen grandes altitudes se originan los manantiales, los cuales han ido desapareciendo a causa del descenso en el nivel freático. Otra parte se infiltra a grandes profundidades a través de las fracturas que presentan las unidades litológicas; esta infiltración alimenta por un lado a los manantiales y por otro lado continúa la infiltración a profundidad a través de dichas fracturas.

La circulación del agua superficial desde las partes altas, hasta altitudes del orden de 2.000 m. es vertical, y de esta altitud hacia las partes más bajas, la circulación es tanto vertical como horizontal (figura 5.1.).

Las descargas naturales que se tienen en la cuenca son el escurrimiento superficial del área, donde parte de esta agua se evapora y otra cantidad se descarga en forma de manantiales.



CIRCULACION DEL AGUA  
SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA

UN.A.M.

FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA No. 5.1	AÑO 1991

### V.3.2 Agua Subterránea

El modelo conceptual de funcionamiento del agua subterránea en la cuenca, se presenta de la siguiente manera:

La recarga es natural, la constituye la infiltración del escurrimiento superficial proveniente de los relieves volcanicos circundantes, la cual es complementada por la infiltración que se lleva a cabo por la precipitación pluvial en los estratos permeables o semipermeables.

Se tienen salidas subterráneas, las cuales actúan como descargas naturales hacia los canales que rodean el área de investigación, otra descarga natural es la evaporación que se lleva a cabo debido a que el nivel piezométrico se encuentra a 10 cm. de profundidad dentro del sistema.

Se tiene como única descarga artificial, la que se realiza a través de baterías de pozos a cargo de la S.A.R.H., ubicados cerca de la zona de estudio.

## CAPITULO VI

### INSTALACION DE LA RED PIEZOMETRICA

La instalacion de la red piezometrica se llevo a cabo en una zona con pendiente casi nula donde se presentaban encharcamientos, considerando que era una zona bastante accesible y aparentemente segura para realizar las mediciones posteriores.

Se realizo la instalacion de 13 estaciones, donde cada estacion conto con 3 o 4 piezometros, los cuales fueron colocados a diferentes profundidades para observar su recuperacion, 10 estaciones se colocaron como vertices de un poligono cerrado, quedando dos estaciones dentro del poligono y una se ubico fuera del area, a 2 m. aproximadamente del canal sur que rodea la zona de estudio.

Se colocaron un total de 48 piezometros, los cuales se instalaron a diferentes profundidades (cuadro 6.1.1.).

#### VI.1 Construcción

La construccion de los piezometros se realizo con material de muy bajo costo y de facil fabricacion; la secuencia realizada fue la siguiente:

##### a) Conseguir el material necesario

- Manguera de plastico transparente de 3/8" de diametro.
- Tela de tul y popelina.
- Tornillos y rondanas.
- Maskyngtape.
- Estacas de madera

CUADRO 6. 1. 1.

PROFUNDIDAD (CORRESPONDIENTE A CADA PIEZOMETRO)

ESTACION	PIEZOMETRO	PROFUNDIDAD (m)
A	1	1.870
A	2	2.720
A	3	3.040
A	4	4.670
B	1	2.000
B	2	3.940
B	3	4.100
B	4	4.425
E	1	1.220
E	2	2.545
E	3	3.690
F	1	2.600
F	2	3.060
F	3	4.140
F	4	5.110
G	1	2.000
G	2	3.000
G	3	4.000
H	1	2.015
H	2	3.000
H	3	3.600
H	4	5.200
I	1	2.010
I	2	3.000
I	4	4.500
J	1	2.040
J	2	2.970
J	3	4.010
J	4	4.685
K	1	2.000
K	2	3.000
K	3	4.000
K	4	5.000
L	1	2.000
L	2	3.000
L	3	4.150
L	4	4.635

M	1	2.000
M	2	3.000
M	3	4.000
M	4	4.750
N	1	2.000
N	2	3.060
N	3	4.060
N	4	4.430
Z	1	1.975
Z	2	3.040
Z	3	4.050

- Tubos de fierro galvanizado de 1 m. de longitud con rosca en ambos extremos.
- Pintura.

b) Cortar las mangueras a las longitudes deseadas.

c) Perforar uno de los extremos de cada tramo de manguera con orificios repartidos de un diámetro de 4 mm.. a lo largo de 10 cm. de longitud.

d) Con tramos de tela previamente cortados de 10 x 15 cm.. se envuelve la zona de orificios de la manguera fijando la tela con maskyngtape.

e) En el mismo extremo de la manguera que tiene los orificios, se coloca un tornillo de 3/8" con la rondana para sellar la entrada de sedimentos o de agua al momento de instalarse.

## VI.2 Instalación

La instalacion se llevo a cabo en puntos accesibles, tanto para la realizacion del hincado, como para la obtencion de las lecturas. Se trato de formar un poligono regular pero el agua que cubria parte de la zona no lo permitio, instalandose el equipo siguiendo esta secuencia:

a) El piezometro se introduce a la tuberia de fierro previamente unida en los extremos por medio de coples, hasta obtener la misma longitud que el piezometro: posteriormente se sella el extremo de la manguera que tiene las perforaciones, colocando la rondana y el tornillo.

b) Se lleva a cabo el hincado del piezometro entre varias personas, tomando entre todos la tuberia e introduciendola al terreno hasta la profundidad programada para cada piezometro.

c) En seguida se saca la tubería del extremo que queda expuesto en superficie, dejando el piezometro enterrado y listo para iniciar las lecturas, utilizando una sonda electrica que indica el momento del contacto con el agua por medio de una terminal.

d) Se sujetan los tramos de manguera que salen a la superficie con estacas, se pintan y se codifican para su identificacion.

(Figura 6.1.)

### VI.3 Problemática presente en la Instalación

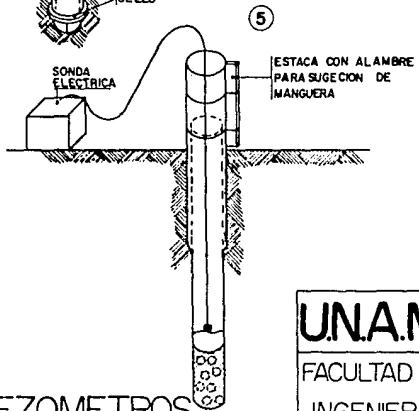
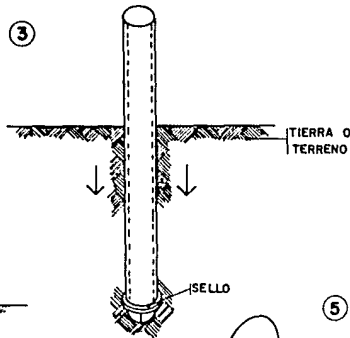
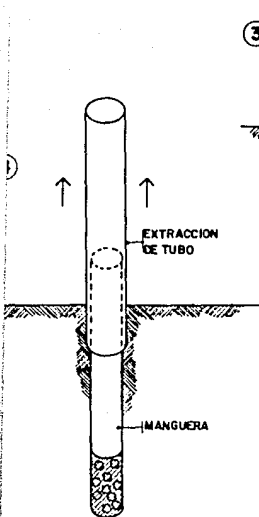
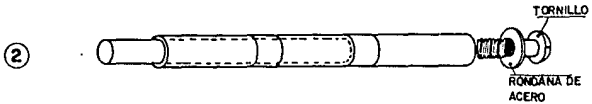
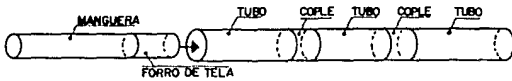
Al realizar la instalacion de los piezometros se presentaron los siguientes problemas:

a) En algunas partes de la zona no se logro introducir el piezometro mas alla de los 4.00 m., ya que se topaba con lentes de capa dura, por lo que se tuvo que modificar la ubicacion de algunos puntos establecidos en un principio.

b) Por otra parte las condiciones del suelo no eran lo suficientemente apropiadas para la instalacion, ya que no se tenia la humedad requerida para el hincado, lo cual evitaba la penetracion de los piezometros.

c) En algunas estaciones se observo, que al instalar el segundo piezometro dentro de un radio de aproximadamente 1.00 m., se alteraba la medicion de la recuperacion obtenida en ese momento en el primer piezometro, debido a la presion ejercida al introducirlo, provocando la compresion de las arcillas y generando una variacion en los niveles.

De la figura 6.2. a la 6.14. se presentan los croquis de los perfiles de cada piezometro instalado con sus respectivas profundidades.



# INSTALACION DE PIEZOMETROS

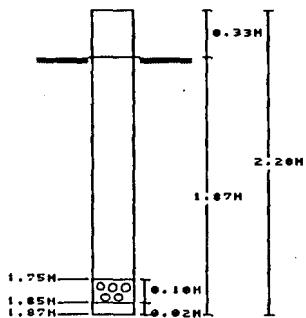
**UN.A.M.**  
FACULTAD DE  
INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL	<b>VERONICA MAYA CORTES</b>
FIGURA No. 6.1	AÑO 1991

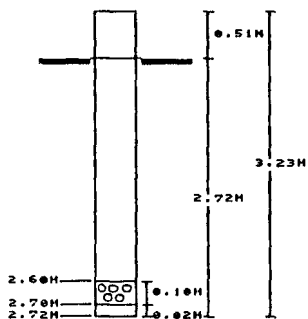


Est. A

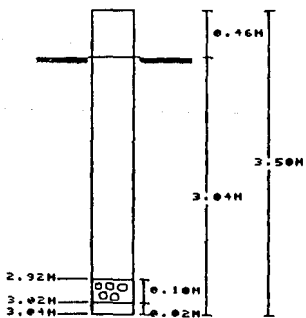
P1



P2



P3



P4

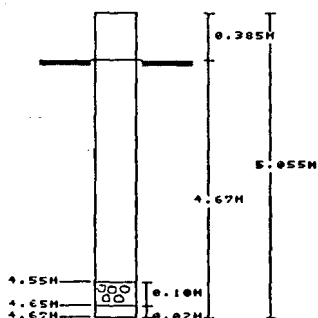
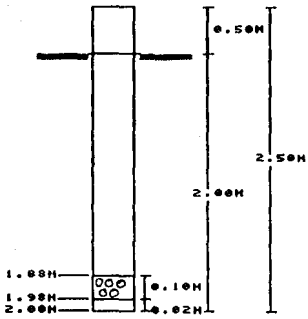


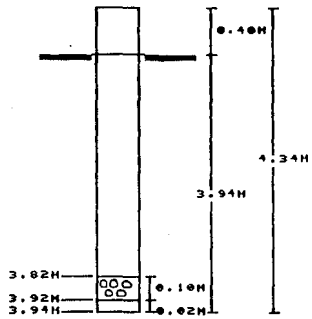
Fig. 6.2.

Est. B

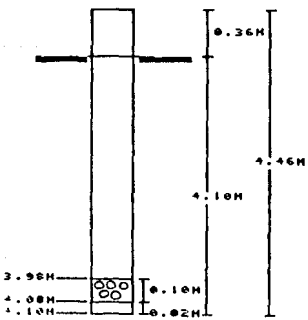
P1



P2



P3



P4

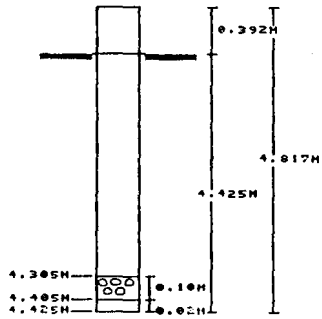
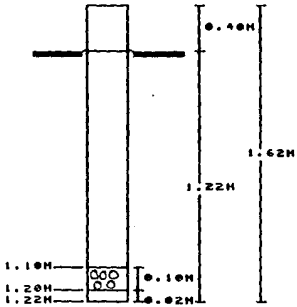


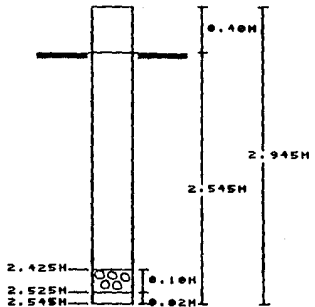
Fig. 6.3.

**Est. E**

**P1**



**P2**



**P3**

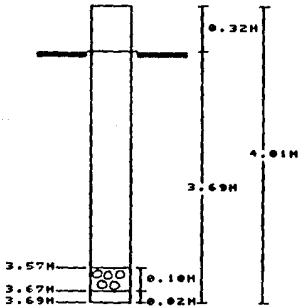
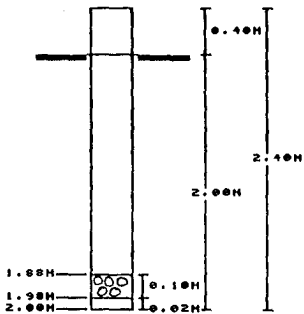


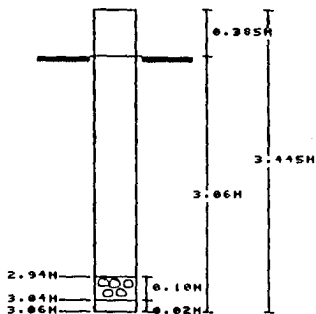
Fig. 6.4.

Est. F

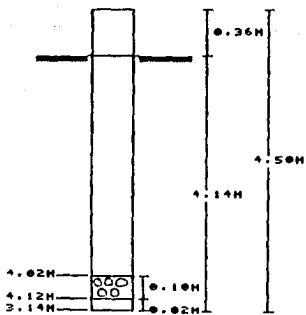
P1



P2



P3



P4

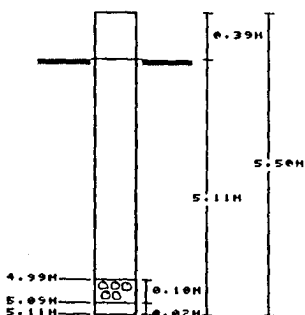


Fig. 6.5.

Est. G

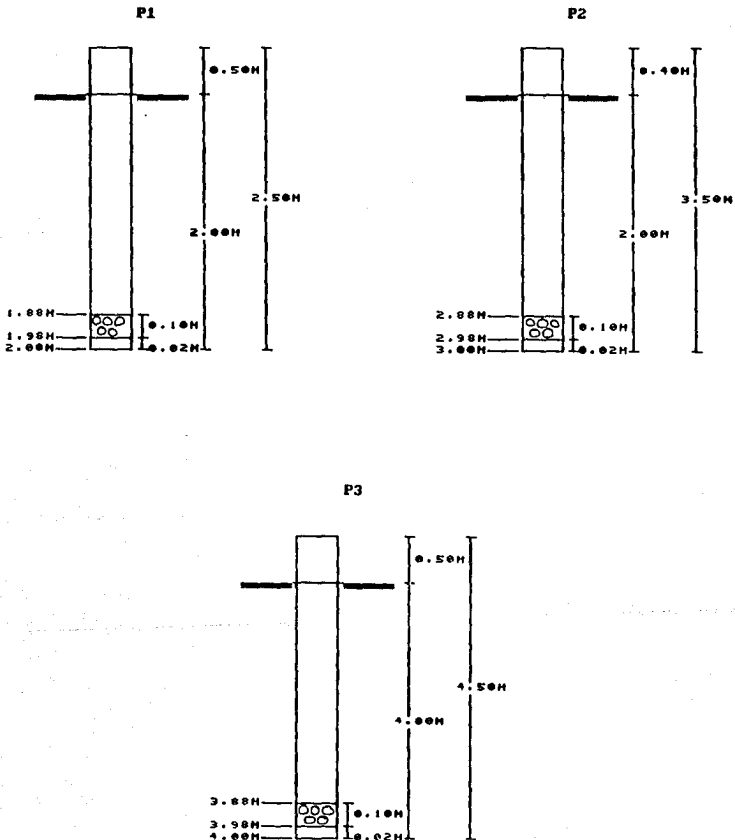
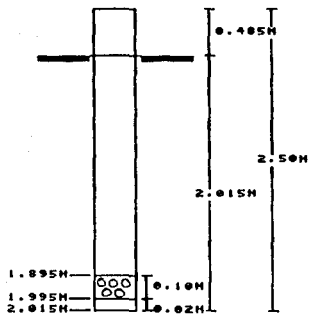


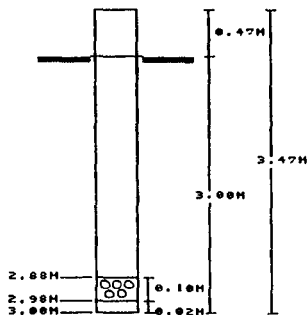
Fig. 6.6.

Est. H

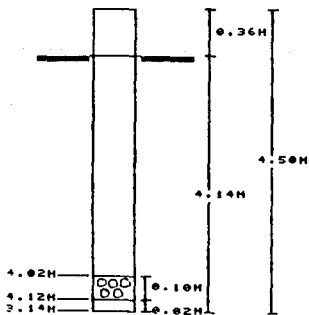
P1



P2



P3



P4

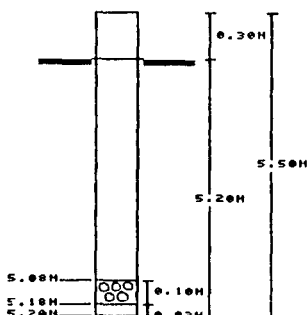


Fig. 6.7.

Est. 1

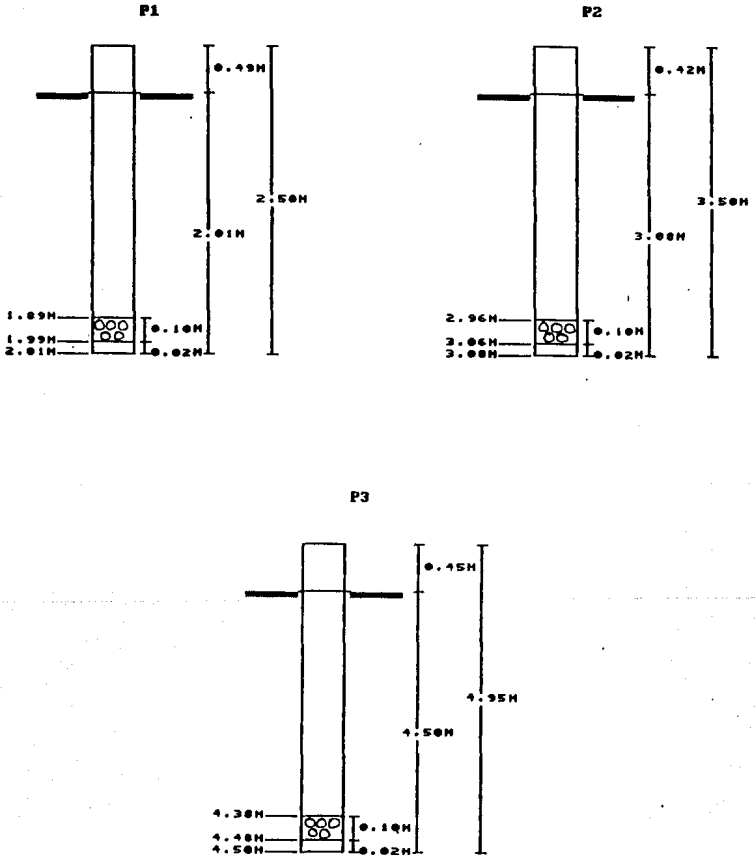
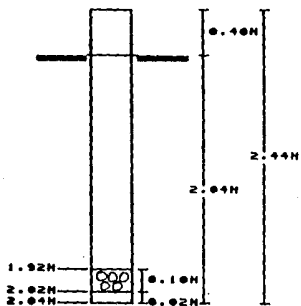


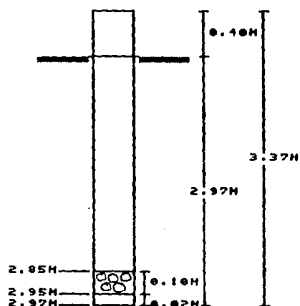
Fig. 6.8.

Est. J

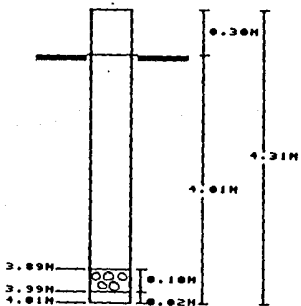
P1



P2



P3



P4

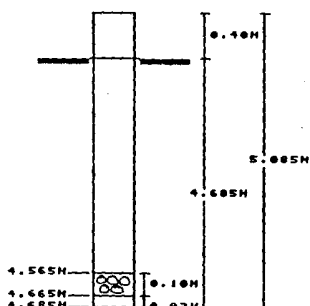
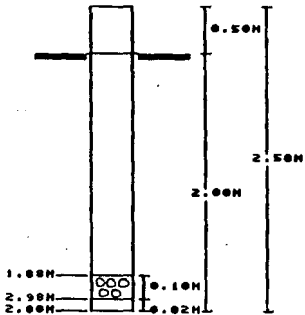


Fig. 6.9.

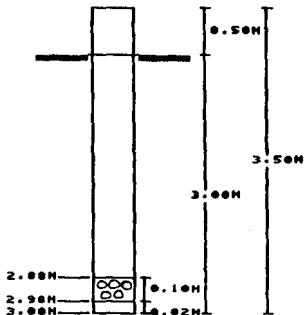


Est. N

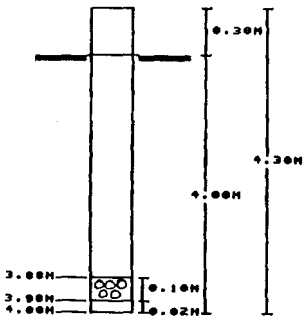
P1



P2



P3



P4

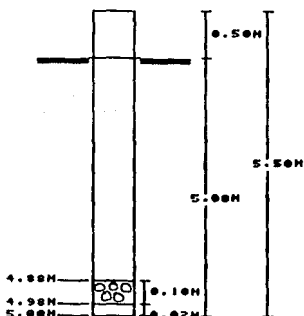
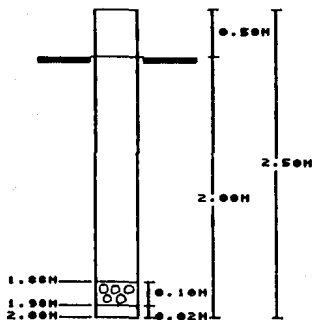


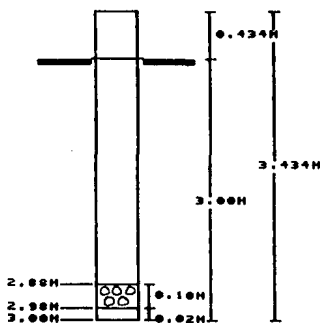
Fig. 6.10.

Est. L

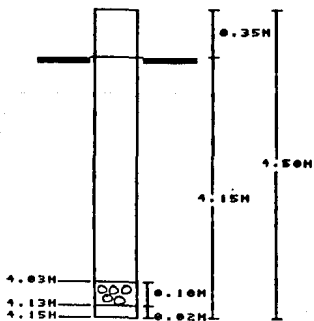
P1



P2



P3



P4

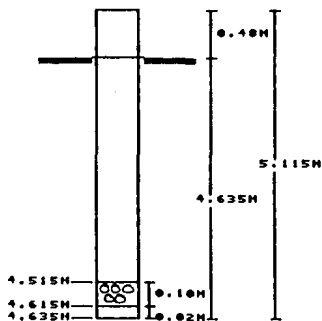
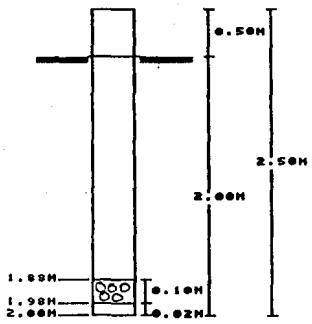


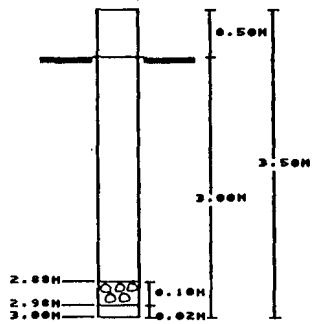
Fig. 6.11.

Est. M

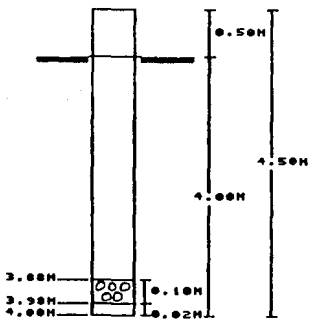
P1



P2



P3



P4

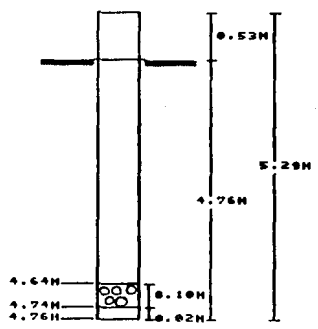


Fig. 6.12.

Est. N

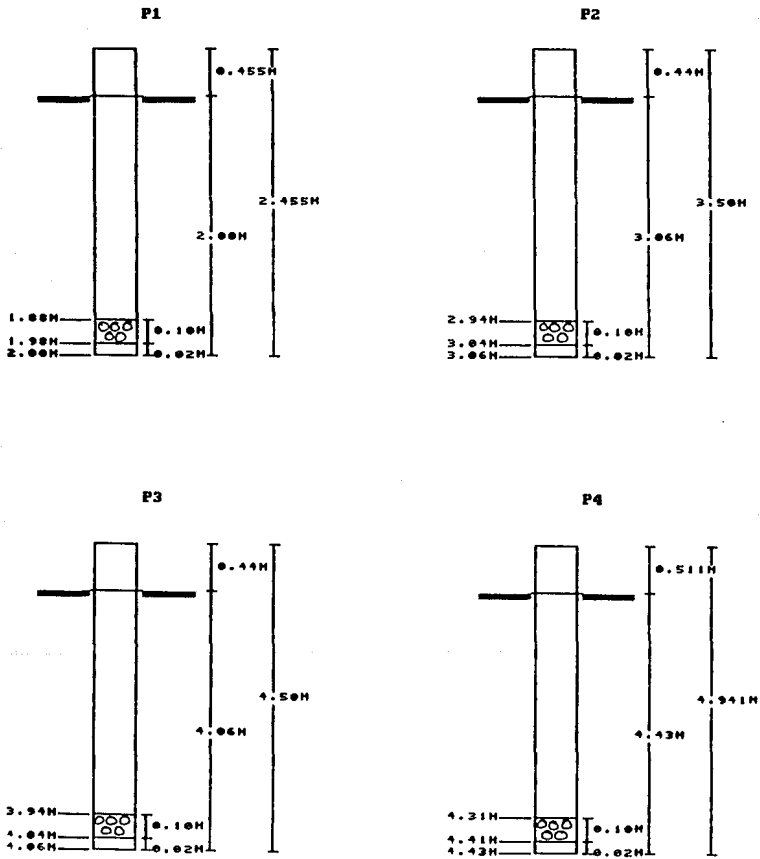


Fig. 6.13.

Est. 2

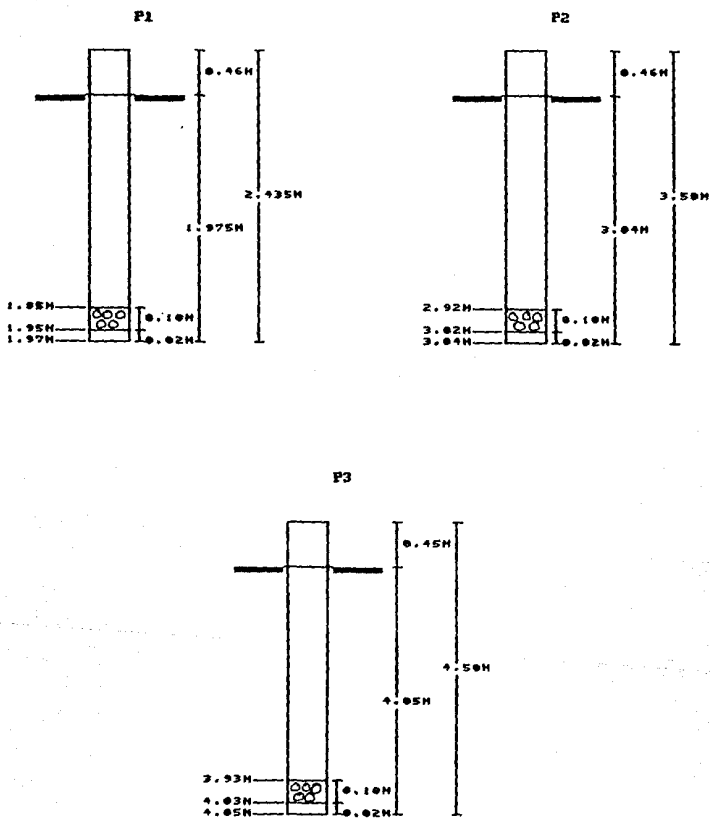


Fig. 6.14.

## CAPITULO VII

### MARCO TEORICO

#### VII.1 Pruebas de Bombeo - Recuperación Piezométrica

Las pruebas de bombeo son un método que se utiliza para obtener las propiedades hidrodinámicas de un acuífero. La instalación de los piezómetros sirve para medir la recuperación de un acuífero y es una manera de conocer estas propiedades.

Para la obtención de la Conductividad Hidráulica en forma indirecta, se utiliza la siguiente fórmula:

Donde:

$T$  = Transmisibilidad ( $m^2/seg$ )

$$T = K \times b$$

$K$  = Conductividad hidráulica  
( $m/seg$ )

$b$  = Espesor del acuífero ( $m$ )

Este método se utiliza debido a que los acuíferos se encuentran dentro de las unidades geológicas, de composición heterogénea, por lo que sus condiciones varían de un lugar a otro.

Un prueba de bombeo se lleva a cabo en dos etapas, una de abatimiento y otra de recuperación. En este estudio solo se analiza la segunda etapa, ya que las mediciones se realizaron en piezómetros y no en pozos de bombeo.

Cuando se utilizan piezómetros para la observación únicamente de la recuperación, se manifiesta un fenómeno llamado impulso de llenado, el cual se manifiesta al momento de sacar la tubería, ejerciendo en este espacio una presión, la atmosférica, tratando de equilibrar las presiones durante el llenado.

Al iniciar la etapa de recuperación de los piezómetros, se realiza un cuadro donde se registran los siguientes datos: la fecha y hora de las mediciones, el tiempo en segundos de cada

lectura y la recuperación (en metros) correspondiente (anexo No. 1).

Para analizar la información que se recuperó y obtener las propiedades hidrodinámicas correspondientes, se utilizó el método gráfico de Hantush para acuíferos semiconfinados (referencia No. 16).

La razón por la cual se utiliza este método es que las características de la zona de estudio corresponden a un acuífero semiconfinado, siendo este tipo de acuífero una unidad geológica que tiene una barrera impermeable en su parte inferior y una capa semipermeable en su parte superior: la recarga que proviene de la parte superior es en forma lenta, la que proviene en forma lateral es la más importante. La unidad superior del acuífero que es semipermeable, llega a ejercer presión, la cual estará en función del confinamiento de esa capa (figura 7.1.)

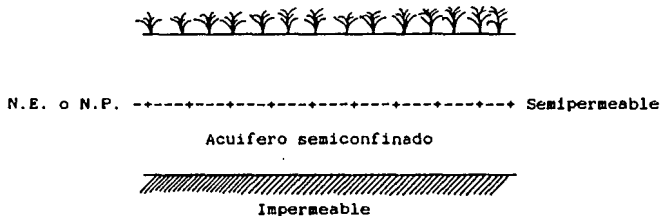


Fig. 7.1. Esquema general de un acuífero semiconfinado.

Para la utilización de este método es necesario realizar gráficas semilogarítmicas de profundidad (m) contra tiempo (seg), utilizando los datos obtenidos de las pruebas (anexo No. 1). Las curvas que resultan de estas gráficas son analizadas, obteniendo así los siguientes datos:

$S_i$  = Punto de inflexión de la curva

$S_m$  = Máximo abatimiento =  $2S_i$

$AS_i$  = Pendiente de la curva en el punto de inflexión

Y por otro lado, valores que se obtienen de tablas (anexo No. 2).

$Ko(r/B)$  = Solucion modificada de la ecuación de Bessel.

$(r/B)$  = Factor de filtración en metros.

Con la obtención de estos datos se aplican las fórmulas correspondientes para la obtención de las propiedades:

a) **Transmisibilidad (T).**- Es el caudal que se filtra a través de una franja vertical del terreno de ancho unitario y de altura igual al espesor saturado bajo un gradiente unitario, a una temperatura fija determinada. expresado en  $m^2/seg.$

Donde:

$$T = \frac{0.159 \times Q}{Sm} = Ko (r/B)$$

Q = Caudal o gasto en cada prueba.

b) **Conductividad Hidráulica (K).**- Es el caudal que circula a través de un área unitaria transversal al flujo, bajo gradiente hidráulico unitario. el cual se expresa en  $m/seg.$

b.1) **Conductividad hidráulica horizontal ( $K_h$ )**

$$T = K_h \times b$$

b.2) **Conductividad hidráulica vertical ( $K'$ )**

$$B = \frac{Tb'}{K'}$$



c) **Coefficiente de almacenamiento (S).** - Es el volumen de agua que un acuífero cede o toma en almacenamiento por unidad de área cuando la carga piezométrica se abate o recupera una unidad.

Donde:

ti = Tiempo correspondiente a Si en seg.

$$S = \frac{.4 T t_i (r/2B)}{r^2}$$

d) **Coefficiente de almacenamiento específico (Ss).** - Es el volumen de agua que un acuífero cede o toma en almacenamiento por unidad de volumen cuando la carga piezométrica se abate o recupera una unidad.

Donde:

S = Coeficiente de almacenamiento.

$$Ss = \frac{S}{b}$$

b = Espesor del acuífero.

## VII.2 Programas de Cómputo

Se utilizaron varios programas de cómputo para la elaboración de este estudio, dependiendo del procedimiento.

### a) Gráficas

Para la elaboración de las gráficas, se utilizó el paquete GRAPHER editado en 1986, el cual sirve para diseñar gráficas logarítmicas y semilogarítmicas, que son las requeridas para esta presentación.

Para diseñar las gráficas aritméticas se utilizó el programa LOTUS 123, ya que por su conformación para cálculos es el más adecuado tomando los valores directamente de la hoja de cálculo para la graficación.

## b) Pendientes y Gastos

Para el calculo de las pendientes asi como el de gastos. fue necesario diseñar un programa especial en lenguaje FORTRAN, ya que por la sencillez de su interpretacion y su manejo fue el mas util para la presentacion de estos valores. los cuales se encuentran en el anexo No. 3.

El programa utilizado para calcular las pendientes. nos sirvio para obtener el valor de la pendiente (anexo No.4). representada gráficamente por una curva de recuperacion en cada uno de los piezometros. Este programa esta basado en la teoria de ajuste por minimos cuadrados (referencia No. 23).

Con el programa diseñado para el cálculo de gastos, los valores se obtuvieron rápidamente. ya que al proporcionar unicamente los datos de tiempo y profundidad, nos simplifíco el calculo de estos valores (anexo No. 5).

## CAPITULO VIII

### DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES HIDRODINAMICAS DEL ACUITARDO

Con el levantamiento topográfico fué elaborada la configuración del terreno en donde se ubicaban las estaciones piezométricas (figura 8.1.). Para el control geodésico, el levantamiento fué referido al banco de nivel B(S14E11)2, el cual tiene una elevación de 2.233.959 m.s.n.m., de acuerdo con la última nivelación realizada por la D.G.C.O.H. en agosto de 1989. En esta configuración se localizaron 12 estaciones piezométricas con su respectiva elevación.

La estación No. 13 que corresponde a la letra Z no se incluyó en la configuración debido a que no fué posible su nivelación por quedar ubicada fuera del polígono de estudio.

#### VIII.1 Análisis de las Gráficas

Al analizar las curvas de las gráficas semilogarítmicas donde se grafica profundidad contra tiempo (anexo No. 6), se pueden hacer las siguientes interpretaciones:

a) Primeramente, las curvas que se forman al graficar la información obtenida en el campo, son las curvas tipo de la recuperación de un acuífero semiconfinado, lo que facilitó los cálculos a realizar.

b) Se observa en estas gráficas que, inicialmente la recuperación se presenta de una manera rápida y conforme transcurre el tiempo, la recuperación es cada vez más lenta, hasta que llega el punto donde comienza la estabilización, la cual se efectuó en un lapso de 1 a 5 días tomando en cuenta los 48 piezómetros que se utilizaron, aunque en algunos casos la estabilización se realizó en un tiempo de 2 a 4 horas, como en los piezómetros instalados en la estación E.



c) Las pendientes que se forman en estas curvas oscilan entre los 50° y 75°.

d) La etapa de estabilización presenta una variación, la cual es analizada posteriormente.

Las gráficas logarítmicas de gasto contra tiempo (anexo No. 7), muestran claramente la variación que presentan los piezómetros con respecto al gasto y su tendencia; encontrándose que al inicio de la recuperación se aprecian caudales mayores, y conforme pasa el tiempo, éstos valores tienden a disminuir.

De cada trazado de este tipo se escogieron los valores más representativos para realizar otra serie de gráficas, con el objeto de poder apreciar claramente esta tendencia, donde se encuentra que la variación del gasto es proporcional al tiempo, presentando pendientes que en la mayoría de los casos oscilan entre los 40 y 50° (anexo No. 8).

Las gráficas logarítmicas de gasto contra profundidad (anexo No. 9) muestran al igual que las anteriores, que existe una relación de estas dos variables: a mayor gasto, mayor profundidad. De acuerdo con estos dos tipos de gráficas se tiene un mayor gasto al momento de iniciar la recuperación, considerando que en este instante se tienen las mayores profundidades y va disminuyendo el gasto conforme transcurre el tiempo de la recuperación, lo cual implica que también disminuye la profundidad.

En las gráficas de estabilización se observa que se presenta en todos los casos una variación de hasta 0.08 m. en los niveles piezométricos, y que esta variación ocurre durante casi todo el tiempo de observación a partir de que se estabilizan los niveles (anexo No. 10). Esta variación es producto de los cambios de temperatura que se presentan en la zona; además se observa una clara tendencia de descenso en el nivel piezométrico entre los 15 y 23 días después de la instalación de cada piezómetro, lo cual es provocado por un cambio de humedad en el área, ya que coincide con la desecación que sufrió el terreno en el transcurso de las mediciones.

## VIII.2 Gradientes Piezométricos Verticales

Para analizar el gradiente vertical en el área de estudio se realizaron las gráficas de elevación en (m.s.n.m.) contra profundidad (en metros) de cada estación (anexo No. 11). La elevación que se toma en cuenta es el valor del nivel del agua en el momento que se inicia la estabilización en cada piezometro en m.s.n.m. y la profundidad, es la longitud bajo el terreno que tiene cada piezometro (cuadro 8.2.1).

Se calcula el valor de la pendiente del trazo que se genera de cada estación (anexo No. 12), el cual corresponde al valor del gradiente piezométrico vertical. Estos datos se registran en el cuadro 8.2.2.

Cuando el gradiente resulta positivo, significa que el flujo vertical es ascendente y cuando resulta negativo, el flujo vertical es descendente.

De acuerdo con lo anterior, se tiene en el área de estudio un flujo vertical ascendente, ya que los gradientes piezométricos de las estaciones B, F, G, H, I, J, K, L, M, y N resultaron ser positivos.

Las estaciones A y E resultaron con un flujo vertical descendente, es decir con un gradiente piezométrico negativo. Este cambio en la dirección del flujo puede ser causado por la cercanía de estas estaciones a los canales superficiales, los cuales deberían actuar como descargas naturales del agua subterránea, pero funcionan como zonas de recarga.

Con los gradientes piezométricos obtenidos, se calculó la velocidad media de Darcy ( $V_v$ ) para cada estación de acuerdo con la siguiente expresión:

Donde:

$K_v$  = Conductividad Hidráulica  
Vertical en m/seg.

$$V_v = K_v \times i$$

$i$  = Gradiente Piezométrico  
Vertical.

CUADRO 8. 2. 1.

DATOS CORRESPONDIENTES A LAS GRAFICAS DE GRADIENTE PIEZOMETRICO

ESTACION A		ESTACION B		ESTACION E	
ELEVACION	PROFUNDIDAD	ELEVACION	PROFUNDIDAD	ELEVACION	PROFUNDIDAD
m. s. n. m.	m	m. s. n. m.	m	m. s. n. m.	m
2228.268	1.87	2228.278	2.00	2228.236	1.22
2228.17	2.72	2228.282	3.94	2228.184	2.545
2228.11	3.04	2228.308	4.10	2228.1	3.69

ESTACION F		ESTACION G		ESTACION H	
ELEVACION	PROFUNDIDAD	ELEVACION	PROFUNDIDAD	ELEVACION	PROFUNDIDAD
m. s. n. m.	m	m. s. n. m.	m	m. s. n. m.	m
2228.323	2.00	2227.881	2.00	2228.165	3.00
2228.35	3.06	2227.921	3.00	2228.166	3.80
2228.352	4.14	2227.956	4.00	2228.172	5.20

ESTACION I		ESTACION J		ESTACION K	
ELEVACION	PROFUNDIDAD	ELEVACION	PROFUNDIDAD	ELEVACION	PROFUNDIDAD
m. s. n. m.	m	m. s. n. m.	m	m. s. n. m.	m
2228.05	2.01	2228.204	2.97	2227.81	3.00
2228.008	3.08	2228.23	4.01	2227.873	4.00
2228.015	4.50	2228.247	4.685	2227.688	5.00

ESTACION L		ESTACION M		ESTACION N	
ELEVACION	PROFUNDIDAD	ELEVACION	PROFUNDIDAD	ELEVACION	PROFUNDIDAD
m. s. n. m.	m	m. s. n. m.	m	m. s. n. m.	m
2228.079	3.00	2228.32	3.00	2228.309	2.00
2228.108	4.15	2228.333	4.00	2228.316	3.06
2228.185	4.635	2228.35	4.76	2228.327	4.06

## C U A D R O   B . 2 . 2 .

CALCULO DE LA VELOCIDAD MEDIA DE DARCY

COMPLT. HIDRAULICA	GRADIENTE	VELOCIDAD	VELOCIDAD
ESTACION VERTICAL PROMEDIO POR PIEZOMETRICO	PIEZOMETRICO	MEDIA DE DARCY	MEDIA DE DARCY
ESTACION (x <sub>E</sub> -0) (m/s)		(x <sub>E</sub> -0) (m/s)	(x <sub>E</sub> -0) (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
A	2.1387	-0.7885	-1.5153
B	2.0578	0.0632	0.1380
E	4.1147	-0.2653	-1.0916
F	2.8230	0.0998	0.2818
G	2.3187	0.2464	0.5713
H	5.9277	0.0326	0.1934
I	1.3826	0.1035	0.1430
J	6.3968	0.2259	1.4448
K	4.1505	0.3497	1.4516
L	1.7942	0.4755	0.8531
M	3.5551	0.1352	0.4807
N	3.5802	0.0507	0.1814



Los valores de la velocidad de Darcy en m/seg. y m/día. se registran en el cuadro 8.2.2.

La velocidad de Darcy ( $V_v$ ), que es igual al caudal vertical por unidad de área horizontal ( $A_h$ ) [1]. Se obtiene como resultado del caudal vertical ( $Q_v$ ) correspondiente al volumen de agua que se pierde por evaporación [2]:

$$V_v = Q_v/A_h \quad \dots\dots [1]$$

$$Q_v = V_v \times A_h \quad \dots\dots [2]$$

Al realizar los cálculos se obtiene:

$$Q_v = 2.2494 \times E-4 \text{ (m/día)} \times 33,558.10 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Q_v = 7.5486 \times E-4 \text{ m}^3\text{/día}$$

Este valor que se obtuvo es la cantidad de agua que se pierde por evaporación en la zona de estudio, lo cual es causado por el flujo ascendente que se presenta en el área. En la figura 8.2 se muestra la configuración de caudales, con un valor medio de 0.0002249 m<sup>3</sup>/día, que para un área de 33,558.19 m<sup>2</sup>, equivale a un caudal unitario de 6.7029 xE-9 m/día. Esto representa la razón de evaporación para la fecha de observación inicial.

# CONFIGURACION DE CADDLES

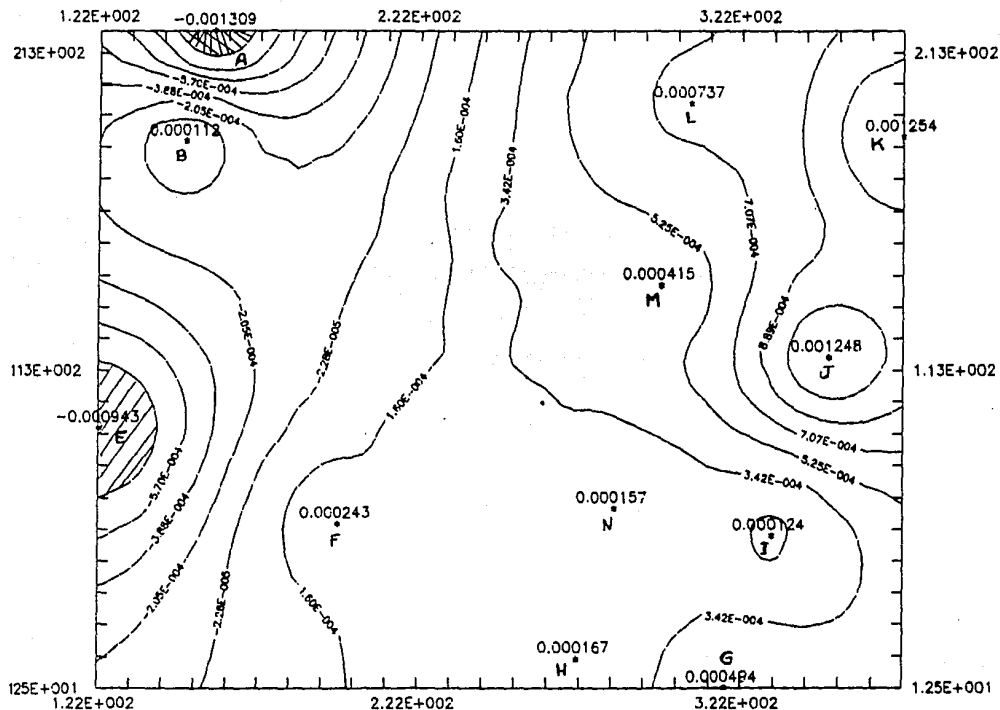


Fig. 8.2.

### VIII.3 Propiedades Hidrodinámicas

Se realizaron los cálculos correspondientes, obteniendo las propiedades hidrodinámicas de acuerdo con los datos que presentaban las gráficas.

#### VIII.3.1 Gasto

Los valores del gasto presentan un rango de variación entre  $39.4011 \times E^{-11}$  y  $493.7206 \times E^{-11}$  m<sup>3</sup>/seg. (cuadro 8.3.1). Se observa que el valor más alto por estación corresponde al piezometro de mayor profundidad.

Se detectó en el piezometro No. 1 de la estación J un valor extremadamente alto, en comparación con los demás, lo cual provoca una alteración que se refleja en la determinación de algunas de las siguientes propiedades. Este valor diferente es causado posiblemente por un error en la medición de campo (explicada en el capítulo VI.3), provocando que la recuperación se llevara a cabo en poco menos de cuatro horas.

Se promediaron los valores obtenidos por estación, sin tomar en cuenta los valores alterados para realizar la configuración de líneas de isogasto en el polígono de estaciones (figura 8.3).

En los piezómetros localizados en la parte oriental de la configuración se aprecia un aumento en la densidad de curvas, marcando la elevación del gasto. En la zona oeste no se tiene prácticamente ninguna curva, lo que nos indica la homogeneidad de esta propiedad.

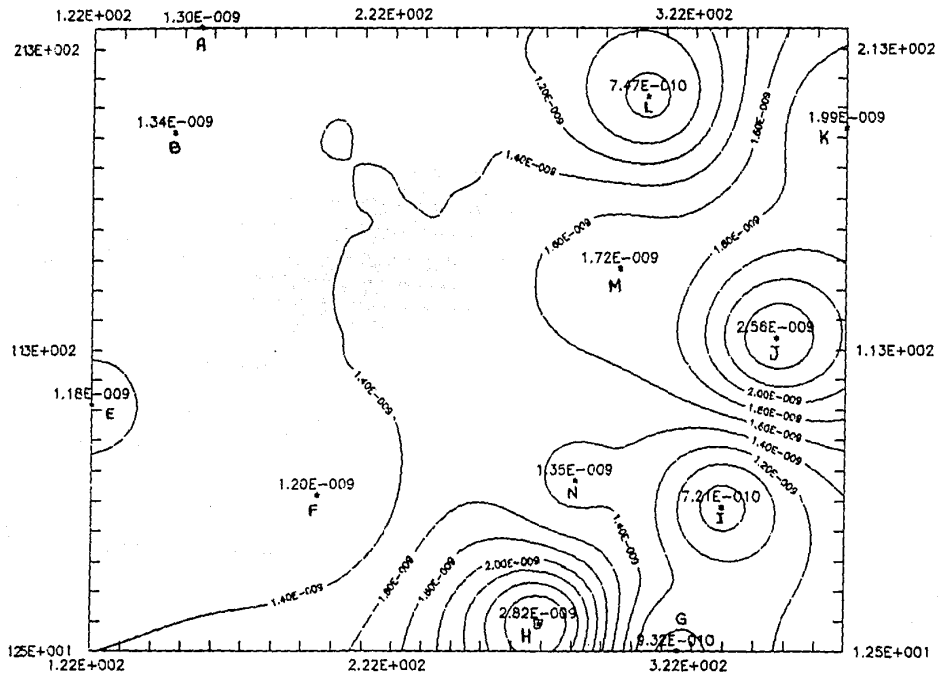
Para efectos de comparación se realizó la configuración de líneas de isogasto tomando en cuenta el valor anómalo de la estación J (figura 8.4), donde se puede observar una elevación contrastante con respecto a los demás piezómetros, aunque se presenta la misma homogeneidad en la parte oeste del polígono.

CUADRO 8. 3. 1.

RESULTADOS OBTENIDOS DE BASTOS  
ESTACIONES PIEZOMETRICAS  
TLAHUAC - CHALCO

ESTACION	PIEZOMETRO	Q (m <sup>3</sup> /seg)			
A	1	114.281 xE-11	I	4	120.2950 xE-11
A	2	163.5130 xE-11	J	1	2019.5873 xE-11
A	3	117.9088 xE-11	J	2	67.4397 xE-11
A	4	123.2821 xE-11	J	3	445.319 xE-11
B	1	50.1956 xE-11	J	4	493.7206 xE-11
B	2	78.112 xE-11	K	1	238.6536 xE-11
B	3	107.394 xE-11	K	2	50.8218 xE-11
B	4	302.1529 xE-11	K	3	401.5783 xE-11
E	1	15.636 xE-11	K	4	103.5648 xE-11
E	2	39.4011 xE-11	L	1	81.1429 xE-11
E	3	299.2009 xE-11	L	2	55.7851 xE-11
F	1	65.5608 xE-11	L	3	58.1826 xE-11
F	2	97.4236 xE-11	L	4	103.4996 xE-11
F	3	157.1051 xE-11	M	1	67.2671 xE-11
F	4	160.3926 xE-11	M	2	56.4491 xE-11
G	1	106.6868 xE-11	M	3	458.3851 xE-11
G	2	46.3150 xE-11	M	4	104.2513 xE-11
G	3	126.7424 xE-11	N	1	65.5652 xE-11
H	1	69.3594 xE-11	N	2	98.1605 xE-11
H	2	98.0783 xE-11	N	3	233.9372 xE-11
H	3	347.2343 xE-11	N	4	142.7823 xE-11
H	4	611.6656 xE-11	Z	1	974.2825 xE-11
I	1	43.9666 xE-11	Z	2	503.0455 xE-11
I	2	52.1871 xE-11	Z	3	273.3922 xE-11

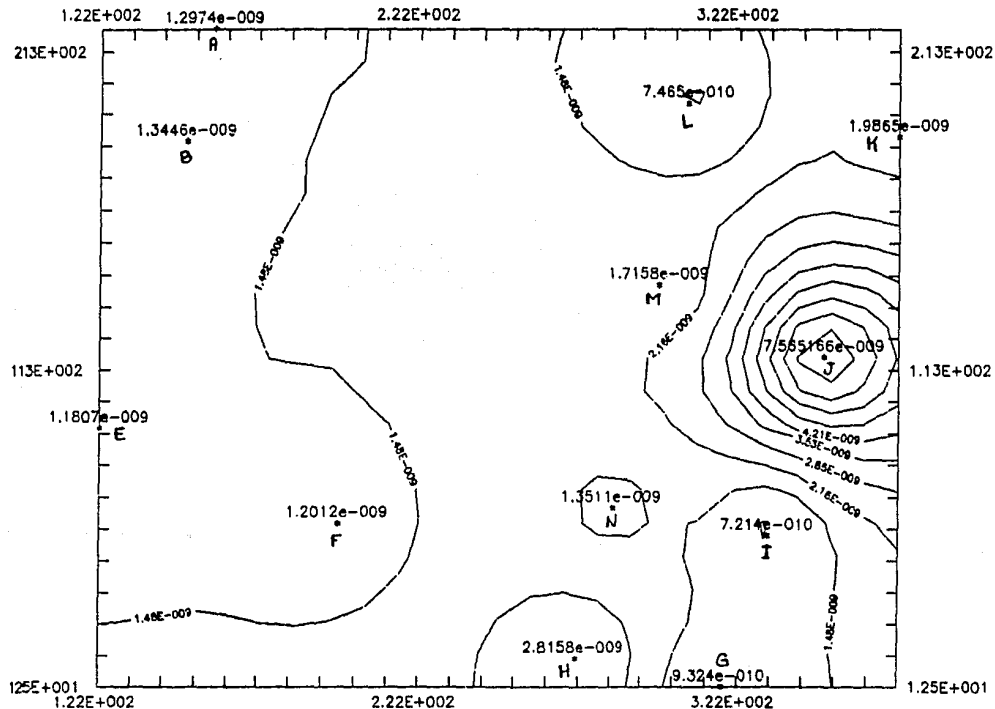
# CONFIGURACION DE ISOGASTO



UNIDADES:  $n_3 / scg.$

Fig. B.3.

# CONFIGURACION ANOMALA DE ISOGASTO



UNIDADES:  $m^3/seg.$

Fig. 8.4.

### VIII.3.2 Transmisibilidad

Los valores obtenidos de transmisibilidad varían entre  $3.3263 \times 10^{-11}$  y  $34.3450 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{seg.}$  (cuadro 8.3.2.).

Al realizar el análisis de estos datos no se encontró alguna relación con la profundidad de cada piezómetro. lo que indica que la transmisibilidad en el terreno es muy homogénea (con respecto a la profundidad), por lo menos hasta los 5.20 m..

Al realizar la configuración de transmisibilidades (figura 8.5.), se encontró una cierta relación con las curvas de gasto, ya que coincide que en la parte oriental se tiene una mayor densidad de curvas, por lo que se puede decir que hay una relación directa del gasto con respecto a la transmisibilidad. En la zona donde se tiene una mayor transmisibilidad se va a tener un mayor gasto.

### VIII.3.3 Conductividad Hidráulica Horizontal

Los resultados que se muestran en el cuadro 8.3.3., son los obtenidos al calcular la conductividad hidráulica horizontal, presentando valores que van de  $0.8609 \times 10^{-11}$  hasta  $19.877 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{seg.}$ . Estos datos no presentan alguna relación con la profundidad.

En la figura 8.6. están representadas las líneas de isoconductividad hidráulica horizontal, tomando valores promedio por estación.

Estas curvas muestran una distribución homogénea de valores en el polígono de estudio, por lo que se considera que la transmisión de flujo horizontal no presenta alteración en la zona.

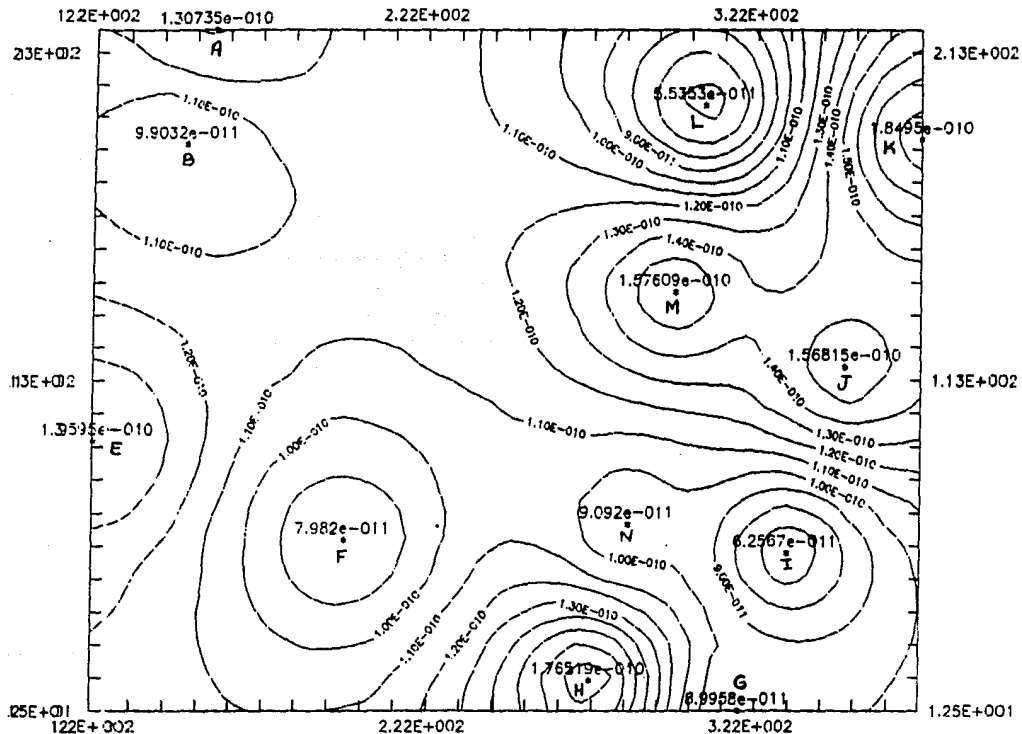
CUADRO 8. 3. 2.

RESULTADOS OBTENIDOS DEL CALCULO DE TRANSMISIBILIDAD  
ESTACIONES PIEZOMETRICAS  
TLAHUAC - CHALCO

ESTACION	PIEZOMETRO	T (m <sup>2</sup> /seg)			
A	1	14.169 xE-11	I	4	5.7423 xE-11
A	2	19.365 xE-11	J	1	10.0027 xE-11
A	3	11.5471 xE-11	J	2	5.0910 xE-11
A	4	7.1932 xE-11	J	3	24.6306 xE-11
B	1	5.7262 xE-11	J	4	23.0018 xE-11
B	2	7.3100 xE-11	K	1	30.6801 xE-11
B	3	5.8779 xE-11	K	2	4.0945 xE-11
B	4	20.6990 xE-11	K	3	34.3450 xE-11
E	1	7.5491 xE-11	K	4	4.8526 xE-11
E	2	3.3263 xE-11	L	1	9.8533 xE-11
E	3	31.0032 xE-11	L	2	4.9665 xE-11
F	1	9.7670 xE-11	L	3	3.5332 xE-11
F	2	8.2203 xE-11	L	4	3.7863 xE-11
F	3	7.0286 xE-11	M	1	26.3512 xE-11
F	4	6.9122 xE-11	M	2	4.5401 xE-11
G	1	16.9621 xE-11	M	3	26.8646 xE-11
G	2	4.3711 xE-11	M	4	5.2677 xE-11
G	3	5.6542 xE-11	N	1	8.5543 xE-11
H	1	9.6669 xE-11	N	2	9.1828 xE-11
H	2	8.9611 xE-11	N	3	10.0766 xE-11
H	3	25.8587 xE-11	N	4	8.5543 xE-11
H	4	28.1210 xE-11	Z	1	290.0370 xE-11
I	1	7.7035 xE-11	Z	2	-----
I	2	5.3243 xE-11	Z	3	19.7663 xE-11



# CONFIGURACION DE ISOTRANSMISIBILIDADES



UNIDADES: m2/seg

Fig. 8.5.

## CUADRO 8. 3. 3

RESULTADOS OBTENIDOS DE CONDUCTIVIDAD  
HIDRAULICA HORIZONTAL  
ESTACIONES PIEZOMETRICAS  
TLAMUAC - CHALCO

ESTACION	PIEZOMETRO	Nh (m/seg)			
A	1	7.8716 xE-11	I	4	1.4277 xE-11
A	2	7.5722 xE-11	J	1	5.0013 xE-11
A	3	4.3905 xE-11	J	2	1.8799 xE-11
A	4	1.6709 xE-11	J	3	6.6641 xE-11
B	1	3.4023 xE-11	J	4	5.5816 xE-11
B	2	2.7911 xE-11	K	1	18.4868 xE-11
B	3	1.5737 xE-11	K	2	1.4447 xE-11
B	4	5.0882 xE-11	K	3	10.8275 xE-11
E	1	1.6701 xE-11	K	4	1.1600 xE-11
E	2	1.3445 xE-11	L	1	5.7286 xE-11
E	3	15.0501 xE-11	L	2	1.8040 xE-11
F	1	5.3635 xE-11	L	3	0.8367 xE-11
F	2	3.0378 xE-11	L	4	0.8609 xE-11
F	3	2.1012 xE-11	M	1	19.8877 xE-11
F	4	1.5515 xE-11	M	2	1.7106 xE-11
G	1	10.4704 xE-11	M	3	8.3690 xE-11
G	2	1.5611 xE-11	M	4	1.2017 xE-11
G	3	1.5662 xE-11	N	1	4.8882 xE-11
H	1	5.2310 xE-11	N	2	3.5048 xE-11
H	2	3.1788 xE-11	N	3	3.0500 xE-11
H	3	9.2511 xE-11	N	4	2.2446 xE-11
H	4	6.1899 xE-11	Z	1	1.7535 xE-11
I	1	5.2405 xE-11	Z	2	----
I	2	1.8761 xE-11	Z	3	5.4080 xE-11



#### VIII.3.4 Conductividad Hidráulica Vertical

Estos valores correspondientes se encuentran resumidos en el cuadro 8.3.4. y presentan un rasgo de variación que vá desde  $0.1503 \times E-8$  hasta  $11.7821 \times E-8$  m/seg.

En el piezómetro No. 1 de la estación J se obtuvo otro valor anómalo, el cual es resultado de la misma variación que se encontró en este piezómetro al calcular el gasto, el cual también se eliminó.

La configuración de la figura 8.7. muestra cierta uniformidad de la conductividad hidráulica vertical, aunque se aprecia una ligera disminución de curvas en la parte oeste, lo que podría marcar alguna relación con la transmisibilidad del terreno.

Al realizar la configuración con el valor anómalo (figura 8.8.) y comparar la distribución de valores, se observa la distorsión que se presenta en las curvas al tomar en cuenta datos irregulares, lo que lleva a un gran error en la interpretación.

#### VIII.3.5 Coeficiente de Almacenamiento

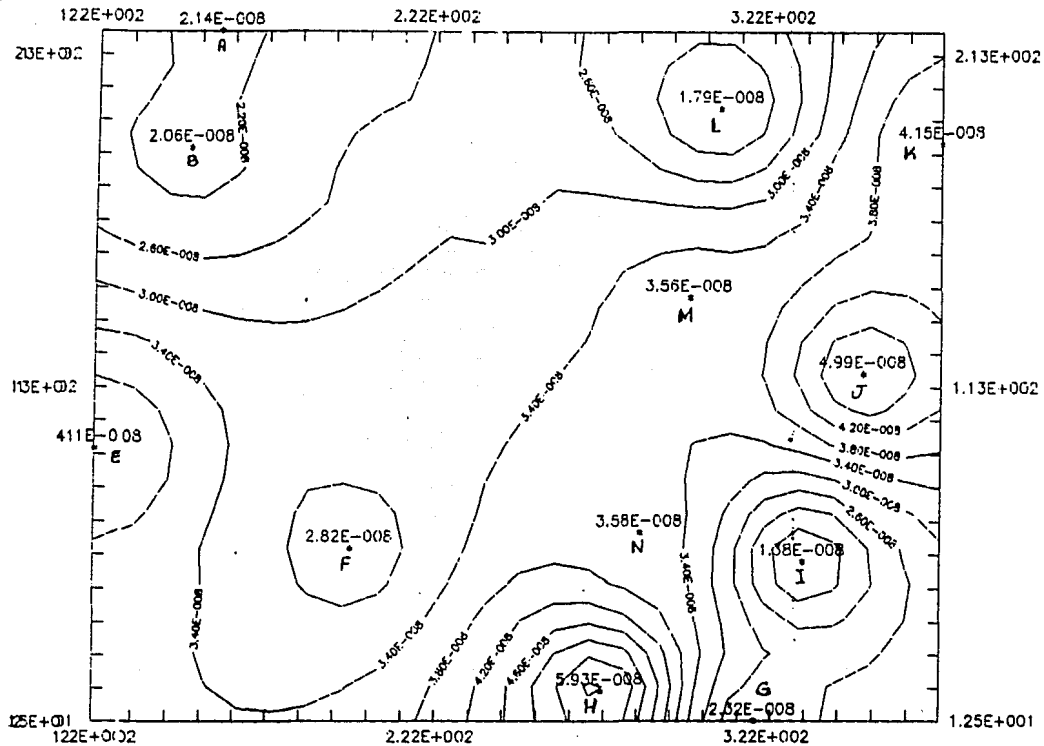
El cálculo de esta propiedad muestra valores que oscilan de  $0.1817 \times E-3$  a  $10.0347 \times E-3$  (cuadro 8.3.5.). sin embargo en los piezómetros Nos. 1 y 2 de la estación A se tienen valores anómalos causados por las mismas razones antes explicadas.

Al realizar la configuración de líneas de isocoficiente de almacenamiento (figura 8.9.) sin tomar en cuenta el valor anómalo, se observa la homogeneidad de valores en el terreno.

Al repetir la configuración pero tomando en cuenta los valores anómalos (figura 8.10.), se presenta una elevación de valores hacia la parte noroeste de la zona.

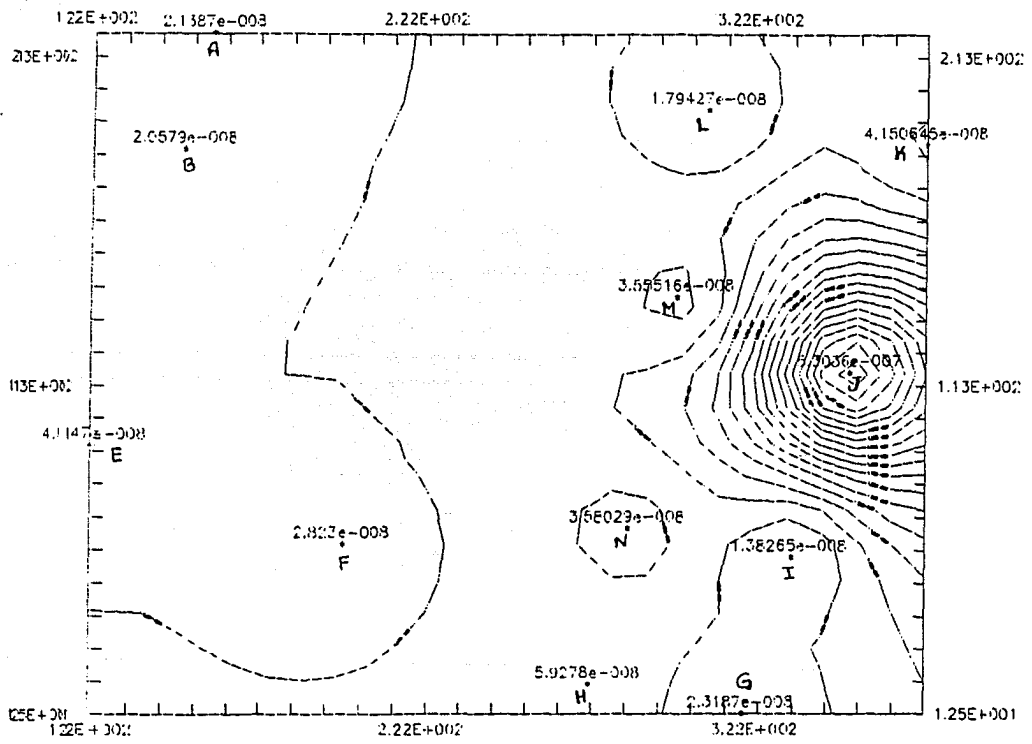
CUADRO 8. 3. 4.  
 RESULTADOS OBTENIDOS DE CONDUCTIVIDAD  
 HIDRAULICA VERTICAL  
 ESTACIONES PIEZOMETRICAS  
 ILAMAC - CHILCO

ESTACION	PIEZOMETRO	K' m/seg/m			
A	1	3.6616 xE-8	1	4	2.2969 xE-8
A	2	1.7291 xE-8	J	1	192.9535 xE-8
A	3	1.8853 xE-8	J	2	1.7111 xE-8
A	4	1.2788 xE-8	J	3	8.2786 xE-8
B	1	2.2904 xE-8	J	4	9.2007 xE-8
B	2	1.4101 xE-8	K	1	9.1022 xE-8
B	3	1.9756 xE-8	K	2	0.9907 xE-8
B	4	2.5554 xE-8	K	3	4.6747 xE-8
E	1	2.0369 xE-8	K	4	1.8347 xE-8
E	2	1.0513 xE-8	L	1	3.1141 xE-8
E	3	9.1959 xE-8	L	2	0.9580 xE-8
F	1	1.3294 xE-8	L	3	0.7371 xE-8
F	2	1.9691 xE-8	L	4	2.3677 xE-8
F	3	5.2086 xE-8	M	1	0.1503 xE-8
F	4	2.7649 xE-8	M	2	1.3466 xE-8
G	1	2.7694 xE-8	M	3	11.3511 xE-8
G	2	0.6529 xE-8	M	4	1.3725 xE-8
G	3	3.5339 xE-8	N	1	2.0699 xE-8
H	1	1.5783 xE-8	N	2	1.7713 xE-8
H	2	1.4631 xE-8	N	3	8.4038 xE-8
H	3	11.7021 xE-8	N	4	2.0699 xE-8
H	4	8.8376 xE-8	Z	1	1.8941 xE-8
I	1	1.2577 xE-8	Z	2	-----
I	2	0.5992 xE-8	Z	3	2.9527 xE-8



UNIDADES: m/seg

Fig. 8.7.



UNIDADES: m/sec

Fig. 8.8.

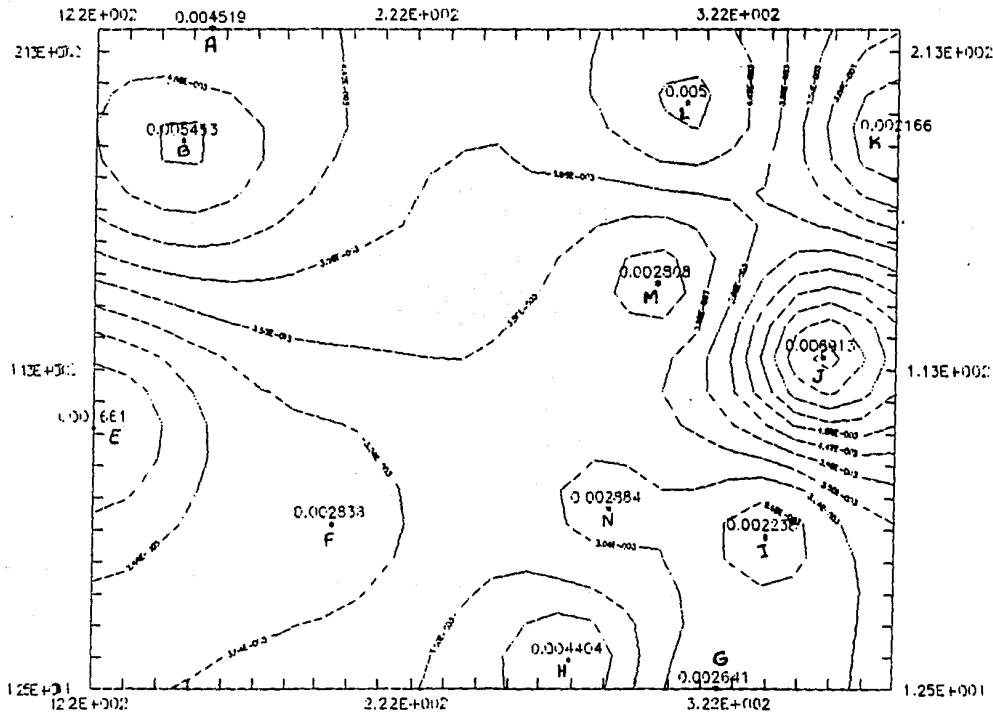
CUADRO 8. 3. 5.

RESULTADOS OBTENIDOS DEL COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO  
ESTACIONES PIEZOMETRICAS  
TAMAYO - CHALCO

ESTACION	PIEZOMETRO	S	I	4	2.9349 xE-3
A	1	17.7549 xE-3	J	1	6.3288 xE-3
A	2	71.1979 xE-3	J	2	3.1111 xE-3
A	3	5.5740 xE-3	J	3	10.0347 xE-3
A	4	3.4634 xE-3	J	4	8.1784 xE-3
B	1	2.5449 xE-3	K	1	3.6996 xE-3
B	2	4.5124 xE-3	K	2	2.1730 xE-3
B	3	4.7094 xE-3	K	3	1.2688 xE-3
B	4	9.9661 xE-3	K	4	1.5726 xE-3
E	1	0.1017 xE-3	L	1	3.3087 xE-3
E	2	3.6130 xE-3	L	2	3.4489 xE-3
E	3	1.1865 xE-3	L	3	6.5059 xE-3
F	1	3.2918 xE-3	L	4	4.7354 xE-3
F	2	3.5519 xE-3	M	1	0.2098 xE-3
F	3	1.7432 xE-3	M	2	2.6063 xE-3
F	4	2.7649 xE-3	M	3	3.6814 xE-3
G	1	2.4062 xE-3	M	4	4.7329 xE-3
G	2	2.3744 xE-3	N	1	3.9920 xE-3
G	3	3.1412 xE-3	N	2	2.2673 xE-3
H	1	2.0506 xE-3	N	3	2.9110 xE-3
H	2	3.6167 xE-3	N	4	2.3656 xE-3
H	3	2.2975 xE-3	Z	1	15.6476 xE-3
H	4	3.4431 xE-3	Z	2	-----
I	1	0.6562 xE-3	Z	3	7.5161 xE-3
I	2	3.1223 xE-3			



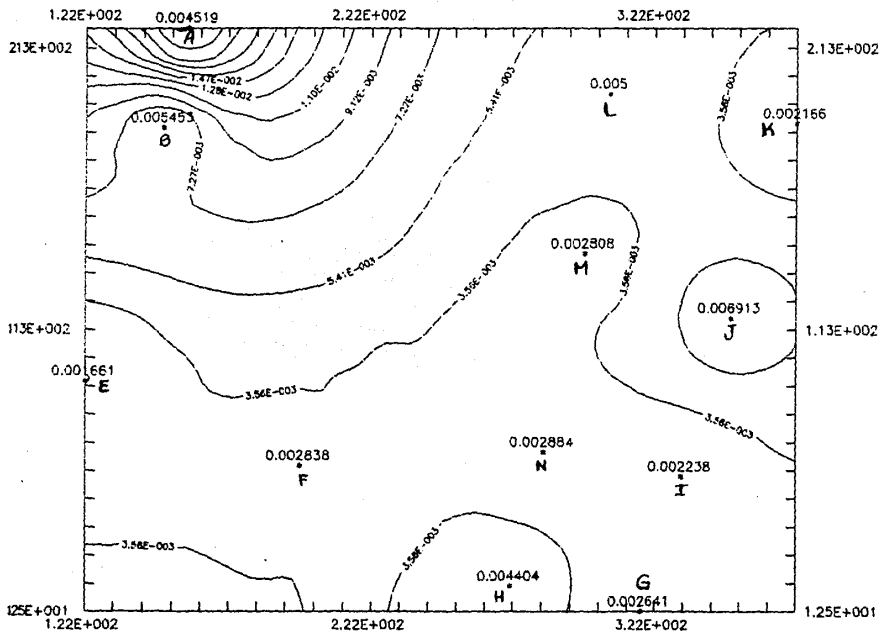
# CONFIGURACION DE ISOCOEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO



UNIDADES: ADIMENSIONAL

Fig: 8.9.

CONFIGURACION ANOMALA DE ISOCOCIENTE DE RECAMBIAMIENTO



UNIDADES: ADIMENSIONAL

Fig. 8.10.

### VIII.3.6 Coeficiente de Almacenamiento Especifico

Los valores que corresponden a esta propiedad se resumen en el cuadro 8.3.6. y presentan un rango de variación de  $0.4000 \times E-3$  hasta  $3.1644 \times E-3$  l/m.

Anulando los valores alterados. la configuración de esta propiedad (figura 8.11.1). muestra una densidad homogénea de valores.

Al realizar la configuración con todos los valores (figura 8.12.1). se observa la misma anomalía en las curvas que en la configuración del coeficiente de almacenamiento cuando se toman en cuenta todos los datos.

A continuación se presentan dos ejemplos del cálculo de las propiedades hidrodinámicas con su respectiva gráfica.

#### ESTACION E PIEZOMETRO 2

- Cálculo del GASTO:

$$A = \pi r^2 \quad r = 0.0045 \text{ m.}$$
$$A = 6.3617 \times E-5 \text{ m}^2$$

$$V = A \times h \quad h = 2.474 \text{ m.}$$

$$V = (6.3617 \times E-5) (2.474)$$

$$V = 1.57388 \times E-4 \text{ m}^3$$

$$Q = V/t \quad t = 399,450 \text{ seg}$$

$$Q = \frac{1.57388 \times E-4}{3.99450 \times E5} = 3.9304 \times E-10$$

$$Q = 39.4011 \times E-11 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

- Cálculo de TRANSMISIBILIDAD:

$$T = \frac{0.159 Q}{S_m} \quad K_o(r/B)$$

$$S_m = 2.474 \text{ m.}$$

$$\frac{2.3 S_i}{m_i} = K_o(r/B) e^{r/B}$$

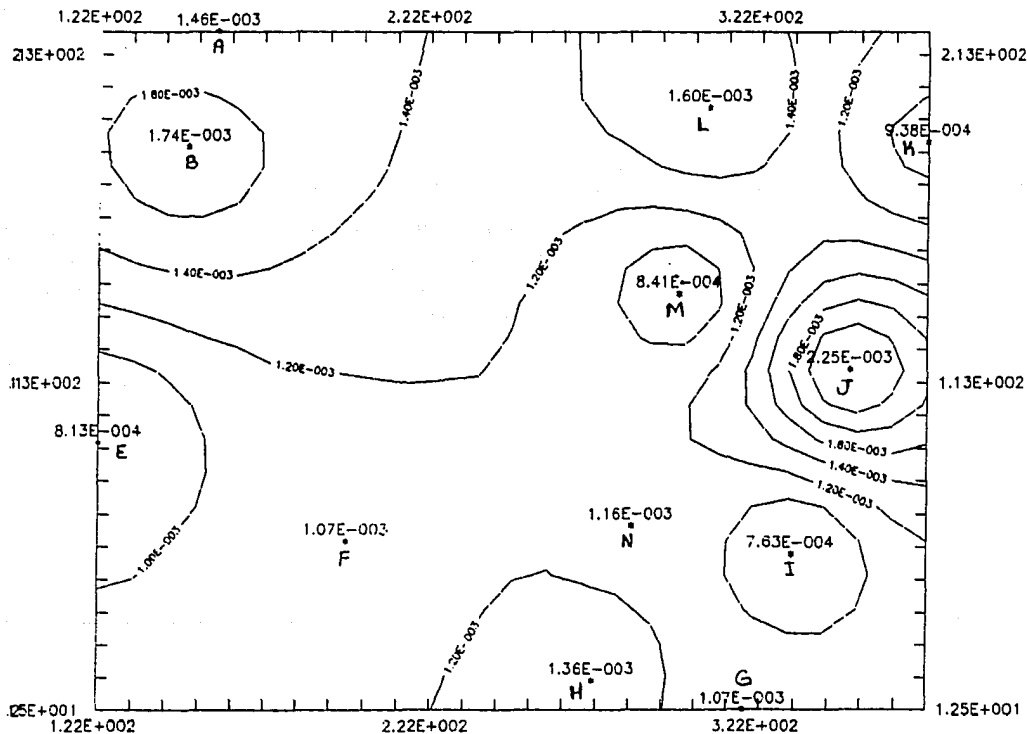
$$m_i = 1.57838$$

$$S_i = 1.237 \text{ m.}$$

RESULTADOS OBTENIDOS DEL DEL COEFICIENTE  
DE ALMACENAMIENTO ESPECIFICO  
ESTACIONES PIEZOMETRICAS  
TLAHUAC - CHILCO

ESTACION	PIEZOMETRO	Ss
A	1	9.0630 xE-3
A	2	27.8117 xE-3
A	3	2.1193 xE-3
A	4	0.0045 xE-3
B	1	1.5121 xE-3
B	2	1.7229 xE-3
B	3	1.2823 xE-3
B	4	2.4498 xE-3
E	1	0.4020 xE-3
E	2	1.4607 xE-3
E	3	0.5759 xE-3
F	1	1.0077 xE-3
F	2	1.3126 xE-3
F	3	0.5211 xE-3
F	4	0.6206 xE-3
G	1	1.0005 xE-3
G	2	0.0000 xE-3
G	J	0.0701 xE-3
H	1	1.1100 xE-3
H	2	1.5519 xE-3
H	3	0.0500 xE-3
H	4	2.0706 xE-3
I	1	0.4404 xE-3
I	2	1.1119 xE-3
I	4	0.7297 xE-3
J	1	3.1644 xE-3
J	2	1.1400 xE-3
J	3	2.7150 xE-3
J	4	1.9045 xE-3
K	1	2.2206 xE-3
K	2	0.74914 xE-3
K	3	0.4000 xE-3
K	4	0.3759 xE-3
L	1	1.9237 xE-3
L	2	1.2528 xE-3
L	3	2.1500 xE-3
L	4	1.0762 xE-3
M	1	0.1583 xE-3
M	2	0.9020 xE-3
M	3	1.1468 xE-3
M	4	1.0756 xE-3
M	1	2.2811 xE-3
M	2	0.0654 xE-3
M	3	0.0044 xE-3
M	4	0.6207 xE-3
Z	1	7.4005 xE-3
Z	2	-----
Z	3	2.0563 xE-3

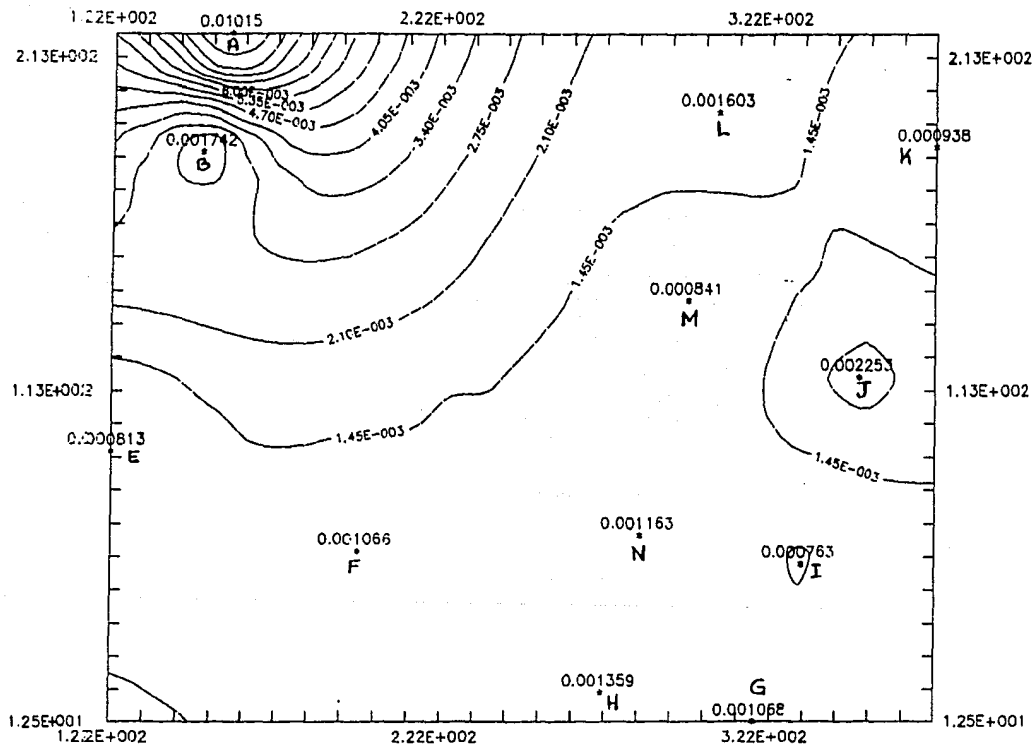
# DIFIGURACION DE ISOCOEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO ESPECIFICO



UNIDADES: 1/m

Fig. 8.11.

CONFIGURACION ANOMALA DE ISOCOEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO ESPECIFICO



UNIDADES: 1/m

Fig. 8.12.

$$\frac{2.3 (1.237)}{1.57838} = 1.8025$$

$$Ko(r/B) = 1.3136'$$

$$r/B = 0.320$$

$$T = \frac{0.150 (39.4011 \times E-11)}{2.474} \times 1.3136 = 3.32635 \times E-11$$

$$T = 3.32635 \times E-11 \text{ m}^2/\text{seg.}$$

- Cálculo de CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA HORIZONTAL:

$$T = K_h \times b \quad K_h = T/b \quad b = 2.474 \text{ m.}$$

$$K_h = \frac{3.32635 \times E-11}{2.474} = 1.3445 \times E-11$$

$$K_h = 1.3445 \times E-11 \text{ m/seg.}$$

- Cálculo de CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA VERTICAL:

$$B = \sqrt{\frac{Tb'}{K'}} \quad B^2 = \frac{Tb'}{K'} \quad K' = \frac{Tb'}{B^2}$$

$$r = 0.018 \text{ m.}$$

$$r/B = 0.320 \quad B = \frac{r}{0.320} \quad B = \frac{0.018}{0.320} = 56.25 \times E-3$$

$$B^2 = 3.164 \times E-3 \text{ m}^2$$

$$K' = \frac{(3.32635 \times E-11) (1)}{3.164 \times E-3}$$

$$r = 0.018 \text{ m.}$$

$$b' = 1 \text{ m.}$$

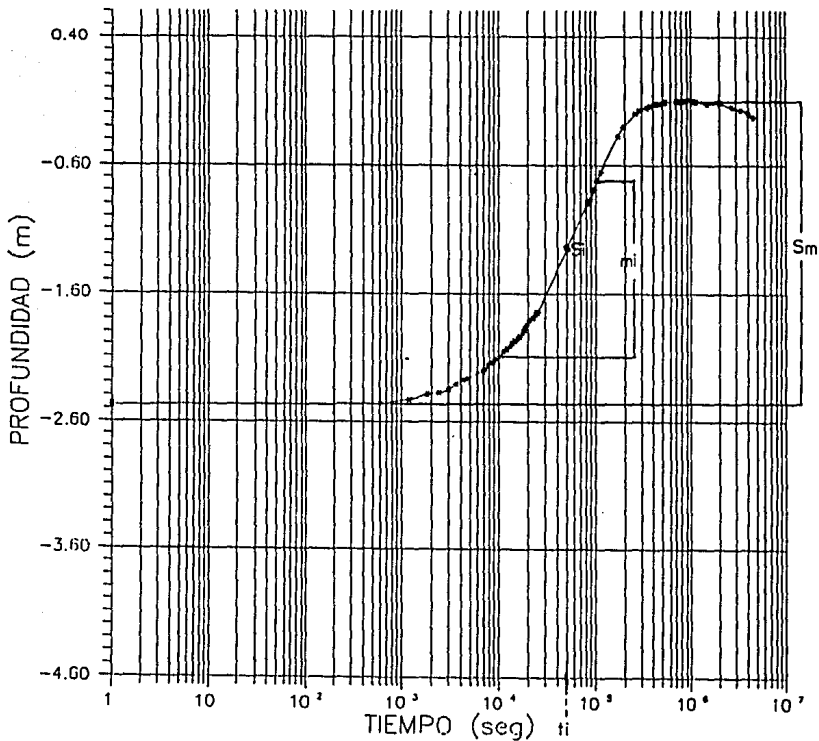
$$K' = 1.0513 \times E-8 \text{ m/seg.}$$

- Cálculo del COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO:

$$S = \frac{4T t_i r/2B}{r^2}$$

$$t_i = 5.5 \times E4 \text{ seg}$$

ESTACIONES PIEZOMETRICAS  
ESTACION TLE2





$$r/2B = \frac{0.320}{2} = 0.160$$

$$r^2 = 3.24 \times E-4 \text{ m}^2$$

$$S = \frac{4(3 \ 32635 \times E-11) (5.5 \times E4) (0.50)}{3.24 \times E-4}$$

$$S = 3.6138 \times E-3$$

- Cálculo del COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO ESPECIFICO:

$$S_s = S/S_m$$

$$S_s = \frac{3.6138 \times E-3}{2.474} = 1.4607 \times E-3$$

$$S_s = 1.4607 \times E-3 \text{ 1/m.}$$

#### ESTACION L PIEZOMETRO 3

- Cálculo del GASTO:

$$V = A \times h \quad h = 3.940 \text{ m.}$$

$$V = (6.3617 \times E-5) (3.940)$$

$$V = 2.5065098 \times E-4 \text{ m}^3$$

$$Q = V/t \quad t = 430,400 \text{ seg.}$$

$$Q = \frac{2.5065098 \times E-4}{4.308 \times E5} = 5.8182679 \times E-10$$

$$Q = 58.182679 \times E-11 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

-Cálculo de TRANSMISIBILIDAD:

$$T = \frac{0.159 Q}{S_m}$$

$$S_m = 3.940 \text{ m.}$$

$$S_i = 1.970 \text{ m.}$$

$$m_i = 2.32554 \text{ m.}$$

$$\frac{2.3 S_i}{m_i} = \frac{2.3 (1.970)}{2.32554} = 1.9483$$

$$K_o(r/B) = 1.5048$$

$$r/B = 0.260$$

$$T = \frac{0.159 (58.1826 \times E-11)}{3.940} \times 1.5048 = 3.533242 \times E-11$$

$$T = 3.533242 \times E-11 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

- Cálculo de CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA HORIZONTAL:

$$K_h = T/b \quad b = 3.940 \text{ m.}$$

$$K_h = \frac{3.533242 \times E-11}{3.940} = 8.9676196 \times E-12$$

$$K_h = 0.89676196 \times E-11 \text{ m/seg.}$$

- Cálculo de CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA VERTICAL:

$$K' = T_b'/B^2 \quad b' = 1 \text{ m.}$$

$$r/B = 0.260 \quad B = r/0.260 \quad r = 0.018 \text{ m.}$$

$$B = \frac{0.018}{0.260} = 69.2307 \times E-3 \quad B^2 = 4.79289 \times E-3 \text{ m}^2$$

$$K' = \frac{(3.5332421 \times E-11) (1)}{4.79289 \times E-3} = 7.3718406 \times E-9$$

$$K' = 0.73718406 \times E-8 \text{ m/seg.}$$

- Cálculo del COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO:

$$S = \frac{4T t_i r/2B}{r^2} \quad t_i = 1.5 \times E5 \text{ seg.}$$

$$r/2B = 0.260/2 = 0.130 \quad r = 0.018 \text{ m.}$$

$$S = \frac{4(3.5332421 \times E-11) (1.5 \times E5) (0.130)}{3.24 \times E-4}$$

$$S = 8.5059532 \times E-3$$

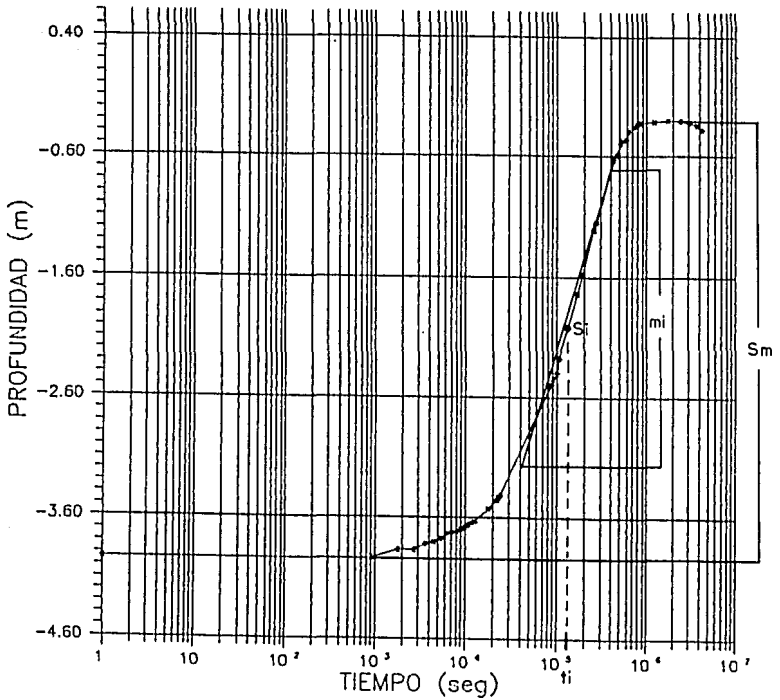
- Cálculo del COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO ESPECIFICO:

$$Ss = \frac{S}{Sm}$$

$$Ss = \frac{8.5059532 \times E-3}{3.940} = 2.1588714 \times E-3$$

$$Ss = 2.1588714 \times E-3 \text{ 1/m.}$$

ESTACIONES PIEZOMETRICAS  
ESTACION TLL3



## CAPITULO IX

### APLICACIONES PRACTICAS

La conexión hidráulica entre el acuífero y el acuitado de la Cuenca de México se ha estudiado; desde el punto de vista teórico por diversos autores; sin embargo, nunca se ha estudiado físicamente a través de instrumentación de campo. De igual manera se ha pronosticado que el acuitado aporta determinada cantidad de agua al acuífero, utilizando modelos matemáticos.

Los resultados de esta investigación en particular aportan datos de sumo interés para conocer las características y magnitud de dicha comunicación hidrogeológica, así como los parámetros hidráulicos que permitirán su posterior simulación numérica.

Los importantes resultados teóricos y prácticos obtenidos por medio de este estudio señalan los lineamientos a seguir en los asentamientos territoriales que son necesarios respetar para la conservación de la zona estudiada, ya que por medio de estos datos se tiene una base real para que las autoridades responsables puedan manejar objetivamente los lineamientos tanto de construcción de viviendas como de reserva ecológica.

## CAPITULO X

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### X.1 Conclusiones

(1). La geología de la zona de estudio está constituida por formaciones cuyas edades van del Cretácico hasta el Cuaternario. Estas secuencias están formadas por calizas (rocas más antiguas reconocidas en la zona), conglomerados, rocas volcánicas y volcanoclásticas, así como depósitos lacustres y sedimentos que corresponden a las formaciones más recientes del área en cuestión.

(2). La cuenca de Tláhuac-Chalco se formó por tectonismo así como a través de una serie de procesos tanto de intemperismo y erosión como de acumulación de sedimentos.

(3). Se ha establecido la existencia en la zona de estudio de cuatro unidades hidroestratigráficas constituidas por el Cuerpo Superior Lacustre, que corresponde al Acuitardo, el cual es un cuerpo arcillo-limoso con un flujo preferentemente vertical y presenta espesores hasta de 300 m.; el Cuerpo Intermedio Superior Granular y Basáltico, el cual se considera como el acuífero principal donde el movimiento de flujo se realiza a través del fracturamiento de las rocas principalmente. Este cuerpo presenta espesores del orden de los 100 m.; el Cuerpo Inferior Volcánico que funciona como acuífero semiconfinado en el área, debido a la baja permeabilidad del material que lo cubre y por último se tiene el Cuerpo Inferior Calizo, que se considera como frontera inferior dentro del sistema.

(4). Las sierras que rodean la planicie lacustre de la cuenca de Tláhuac-Chalco tienen un papel muy importante dentro de los mecanismos de recarga del acuífero principal.

(5). La continuación de la sierra del Ajusco, a la que se denomina sierra Chichinautzín, forma un parteaguas continental entre la cuenca de Chalco y el valle de Cuernavaca.

(6). El clima en la zona de estudio es templado-frío, con temperatura promedio anual de 15.43 °C, las lluvias son de Junio a Septiembre con un valor medio anual de 631 mm..

(7). El modelo conceptual de funcionamiento de la cuenca de Tláhuac-Chalco está determinado por la zona de escurrimiento superficial que se origina en las partes altas de las sierras que rodean la cuenca; parte de esta agua se infiltra a través de las fracturas de las unidades litológicas y otra porción se evapora.

En la zona de depósitos cuaternarios, la recarga se realiza por la precipitación que llega a los estratos permeables o semi-permeables.

Actúan como descargas naturales la evaporación, los manantiales y las salidas subterráneas hacia los canales superficiales que rodean la zona.

(8). La construcción de los piezómetros se llevó a cabo de una manera sencilla y a bajo costo, comprobando su gran eficiencia al obtener resultados favorables.

(9). Por la falta de seguridad y vigilancia en la zona de estudio, los piezómetros fueron destruidos y robados, lo que interrumpe la continuidad del estudio en esta área.

(10). En el área de estudio el flujo vertical se manifiesta en forma ascendente en las partes más alejadas de los canales y en las zonas cercanas a estos canales, el flujo vertical cambia a forma descendente.

(11). Al obtener la velocidad media de Darcy por medio de los gradientes piezométricos verticales, se pudo calcular el caudal promedio, que es de  $7.5486 \times E^{-4}$  [m<sup>3</sup>/día], en la fecha de las lecturas. Este valor es el volumen de agua que se pierde por evaporación en toda el área de estudio, al manifestarse en la zona un flujo vertical ascendente.

(12). Los valores promedio que se obtuvieron de las propiedades hidrodinámicas del acuitardo son los siguientes:

PROPIEDAD HIDRODINAMICA	VALOR	UNIDADES
Gasto	148.8147 xE-11	(m <sup>3</sup> /seg)
Transmisibilidad	11.8656 xE-11	(m <sup>2</sup> /seg)
Cond. Hidr. Horiz.	5.4412 xE-11	(m/seg)
Cond. Hidr. vert.	3.2366 xE-08	(m/seg)
Coef. Almac.	3.6270 xE-03	
Coef. Almac. Especif.	1.2558 xE-03	(1/m)

(13). En el aspecto investigación el presente estudio aporta una metodología practica al emplear equipo de bajo costo y métodos sencillos de instrumentación de campo, que en subsecuentes investigaciones, en diferentes regiones de México, se puede aplicar sin grandes inversiones y con la seguridad de obtener datos precisos y óptimos.



## X.2 Recomendaciones

(1). Realizar la perforación de pozos en esta zona para poder establecer de una manera precisa la litología que permita estudiar con más detalle las unidades hidrogeológicas.

(2). La difusión del equipo de campo que se utilizó en este estudio para que se use como un instrumento económico para llevar a cabo investigaciones someras.

(3). La vigilancia permanente del equipo instalado para evitar que sea destruido o deteriorado.

(4). De acuerdo con los resultados del flujo vertical, se recomienda el aprovechamiento de este en la zona por medio del drenaje con canales, para el riego de áreas con terrenos cultivados.

(5). Continuar con este proyecto de investigación para conocer perfectamente el funcionamiento de las aguas subterráneas y poder aprovecharlas en áreas cercanas, así como para difundirlo a las autoridades correspondientes para que manejen objetivamente los lineamientos de construcción y de reserva ecológica.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- ARELLANO, A.R., 1953. ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA DE MEXICO. Memorias del Congreso Científico Mexicano III, UNAM.
- 2.- AVILA, T.G., 1961. ESTUDIO GEOLOGICO-ECONOMICO DE LAS PERFORACIONES PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE MEXICO. EN LA ZONA DE XOCHIMILCO. D. F.. Tesis Profesional UNAM.
- 3.- BECERRIL, C.A., 1961. PROYECTO PRELIMINAR DE LA PLANIFICACION DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO. SRH.
- 4.- BRIBIESCA, C.J., 1958. EL AGUA POTABLE DE LA REPUBLICA MEXICANA. SRH.
- 5.- BRIBIESCA, C.J., 1960. HIDROLOGIA HISTORICA DEL VALLE DE MEXICO. Vol. XIV No 3. Ingenieria Hidraulica en Mexico.
- 6.- CAMPA, V.M.F., 1965. BREVE ANALISIS PETROGRAFICO DE LA SIERRA DE GUADALUPE. Tesis Profesional. I.P.N..
- 7.- CANNON, J.P., 1957. LA INFLUENCIA DE LA GEOMORFOLOGIA SOBRE LA HIDROLOGIA Y LAS CONDICIONES DEL SUELO EN LA CUENCA CHALCO-TLAHUAC. Tesis Doctorado UNAM.

- 8.- CETENAL. 1981. CARTAS TOPOGRAFICAS. Cd. de Mexico (E14A39). Chalco (E14B31). Milpa Alta (E14A49). Amecameca (E14B41). escala 1:50 000.
- 9.- CUSTODIO, J. E. Y LLAMAS, M. R.. 1976. HIDROLOGIA SUBTERRANEA. tomo I y II. Edit. Omega.
- 10.- DAVIS, S. N., DE Wiest, R.. 1971. HIDROGEOLOGIA. Edit. Ariel Barcelona. Esp.
- 11.- DE LA O. CARREÑO A.. 1954. GEOHIDROLOGIA DE LA CUENCA DE MEXICO. Bol. del Inst. de Geologia. UNAM. No 56. Parte I y II.
- 12.- DEMANT, A. Y ROBIN, C.. 1975. LAS FASES DEL VULCANISMO EN MEXICO. Revista del Instituto de Geologia. UNAM. No. 1.
- 13.- DEMANT, A. 1978. CARACTERISTICAS DEL EJE NEOVOLCANICO TRANSMEXICANO. Instituto de Geologia. UNAM. Vol. II.
- 14.- FREEZE, R. A. AND CHERRY, J. A.. 1979. GROUNDWATER. Prentice Hall. Englewood Cliffs N. J.
- 15.- GARCIA, M. E. Y FALCON, G. Z.. 1974. ATLAS PORRUA DE LA REPUBLICA MEXICANA. Edit. Porrúa. S. A.
- 16.- HANTUSH, M. S.. 1956. ANALYSIS OF DATA FROM PUMPING TESTS IN LEAKY AQUIFERS. Trans. Amer. Geophys Union. vol. 37.

- 17.- HEINZ, L. J., 1961, DETERMINACION DEL COEFICIENTE RELATIVO DE INFILTRACION PARA LA VERTIENTE DE LA SIERRA CHICHINAUTZIN SRH, tomo I.
- 18.- HERRERA, I., MARTINEZ, R. Y HERNANDEZ, G., 1989, CONTRIBUCION PARA LA ADMINISTRACION CIENTIFICA DEL AGUA SUBTERRANEA DE LA CUENCA DE MEXICO. Geofisica Internacional, Vol. 28 No. 2.
- 19.- HUIZAR, A. R., 1989, CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE LA PLAINE DE CHALCO-AMECAMENCA ET DE SON BASSIN VERSANT (MEXICO). These L'U.F.R. des Sciences et Techniques de Franche Comte-Besancon pour obtenir le diplome docteur de L'Universite de Besancon Mention Sciences de la Terre.
- 20.- INSTITUTO DE GEOGRAFIA DE MEXICO, 1982, GEOGRAPHICAL TOPICS OF MEXICO CITY AND ITS ENVIROMENTS. México. UNAM.
- 21.- JIMENEZ, L. J., 1972, INSTRUCTIVO PARA LA DETERMINACION DEL TIPO DE CLIMA DE ACUERDO AL SEGUNDO SISTEMA DE THORNTHWAITTE. SRH.
- 22.- LEVI, L. K., 1988, HISTORIA DEL DESAGUE DEL VALLE DE MEXICO. Ingenieria hidraulica. Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua.

- 23.- LIPKA, J., 1972. COMPUTACIONES GRAFICAS Y MECANICAS. Edit. CECSA.
- 24.- LOPEZ, R. K., 1981. GEOLOGIA DE MEXICO, TOMO III, 2a. ed.
- 25.- LUGO HUBP, J. Y MARTINEZ, L. V., 1980, LA DISECCION DEL RELIEVE EN EL SUR DE LA CUENCA DE MEXICO Y POBLACIONES ADYACENTES. Instituto de Geografia, Boletín No. 11, UNAM.
- 26.- MARTINEZ, G. R., 1989. PARAMETRIZACION DE LA CUENCA DE MEXICO. Trabajo de Investigación, Vol. III.
- 27.- MOLINA, B. W., 1956, ESTUDIOS GEOQUIMICOS, GEOFISICOS Y GEOLOGICOS DE LA SUBCUENCA DE CHALCO, MEX. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo XIX. No. 1.
- 28.- MOOSER, F., 1961, INFORME SOBRE LA GEOLOGIA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO Y ZONAS COLINDANTES. SRH, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.
- 29.- MOOSER, F. Y RAMIREZ M. T., 1987. FAJA VOLCANICA TRANSMEXICANA: AFORO, ESTRUCTURA, TECTONICA Y VULCANOTECTONICA. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XLVIII, No. 2.
- 30.- ORTEGA, G. A., 1988. ANALYSIS OF REGIONAL GROUNDWATER FLOW AND BOUNDARY CONDITIONS IN THE BASIN OF MEXICO. Tesis Profesional, University of Waterloo, Ontario, Canada.

- 31.- ORTEGA, G. A.. 1989, LAS CONDICIONES DE FRONTERA HIDRAULICAS NATURALES EN LA CUENCA DE MEXICO. USANDO MODELADO MATEMATICO Geofisica Internacional, Vol. II, No. 2
- 32.- ORTIZ, S. Y CUANALO, DE LA C., 1976, LEVANTAMIENTO DE SUELOS DE LA CUENCA DE CHALCO. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Mex.
- 33.- ORTIZ, S., 1977, PRINCIPALES DETERMINANTES FISICOS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO. Comisión de Aguas del Valle de Mexico. SARH, No. 3 Año 2.
- 34.- OVIEDO DE L. A., 1970, EL CONGLOMERADO TEXCOCO Y EL POSIBLE ORIGEN DE LA CUENCA DE MEXICO. Revista del Instituto Mexicano del Petroleo.
- 35.- RAMIREZ, F. J., 1961, CONDICIONES GEOLOGICAS DE LA CUENCA DE MEXICO Y SUS RELACIONES CON LA INGENIERIA CIVIL. Tesis Profesional. UNAM. Fac. Ingenieria.
- 36.- RODRIGUEZ, C. R. Y GONZALEZ, M. T., 1989, COMPORTAMIENTO HIDRODINAMICO DEL SISTEMA ACUIFERO DE LA SUBCUENCA DE CHALCO, MEXICO. Geofisica Internacional, Vol. 28, No. 2
- 37.- SALAS, G. P. Y GARCIA, H. C., 1988, GEOLOGIA ECONOMICA DE MEXICO. F.C.E., UNAM. Instituto de Geología y Cámara Minera

de Mexico.

- 38.- SARH, 1977-1986. DATOS CLIMATOLOGICOS (PRECIPITACION, TEMPERATURA Y EVAPORACION.
- 39.- SCHALKAPFER, C.. 1968. HOJA MEXICO. Escala 1:100 000. Instituto de Geologia, UNAM.
- 40.- SIDNEY, E. W., 1962. EL IZTACCIHUATL. Instituto Nacional de Antropologia e Historia.
- 41.- S.P.P.. 1980. SINTESIS GEOGRAFICA DEL ESTADO DE MEXICO. Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- 42.- S.P.P., 1981, HOJA MEXICO. CARTA HIDROLOGICA DE AGUAS SUPERFICIALES. Escala 1:1000 000.
- 43.- TAMAYO, J. L., 1949, GEOGRAFIA GENERAL DE MEXICO. TOMO I Y II, Mexico.
- 44.- VAZQUEZ, S. E. Y PALOMERA, J. R., 1989. GEOLOGIA DE LA CUENCA DE MEXICO. Geofísica Internacional, Vol. 28, No. 2.

# **ANEXO N. 1**



DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAMAC-CHILCO

ESTACION A

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO:	TIEMPO EN :	PIEZOMETRO:	TIEMPO EN :	PIEZOMETRO:	TIEMPO EN :	PIEZOMETRO:
				No. 1	SEGUNDOS	No. 2	SEGUNDOS	No. 3	SEGUNDOS	No. 4
10/07/90	09:50	0	0	1.800						
	10:00	10	600	1.795						
	10:10	20	1200	1.775	0	2.560				
	10:20	30	1800	1.720	600	2.530				
	10:30	40	2400	1.720	1200	2.360	0	2.630		
	10:40	50	3000	1.710	1800	2.340	600	2.590		
	10:50	60	3600	1.710	2400	2.315	1200	2.520		
	11:00	70	4200	1.700	3000	2.260	1800	2.480		
	11:10	80	4800	1.670	3600	2.230	2400	2.395		
	11:20	90	5400	1.670	4200	2.190	3000	2.390		
	11:30	100	6000	1.645	4800	2.160	3600	2.355		
	11:40	110	6600	1.637	5400	2.135	4200	2.305		
	11:50	120	7200	1.615	6000	2.090	4800	2.270		
	12:00	130	7800	1.615	6600	2.070	5400	2.255		
	12:10	140	8400	1.605	7200	2.000	6000	2.215		
	12:20	150	9000	1.590	7800	2.000	6600	2.210		
	12:30	160	9600	1.573	8400	1.980	7200	2.170		
	12:40	170	10200	1.570	9000	1.950	7800	2.145		
	12:50	180	10800	1.555	9600	1.905	8400	2.105		
	13:00	190	11400	1.550	10200	1.890	9000	2.100		
	13:10	200	12000	1.535	10800	1.855	9600	2.075		
	13:20	210	12600	1.530	11400	1.850	10200	2.045		
	13:30	220	13200	1.516	12000	1.810	10800	2.033		
	13:50	240	14400	1.490	13200	1.760	12000	1.970		
	14:00	250	15000	1.475	13800	1.745	12600	1.940	0	4.305
	14:10	260	15600	1.470	14400	1.716	13200	1.935	600	4.235
	14:20	270	16200	1.460	15000	1.705	13800	1.925	1200	4.175
	14:30	280	16800	1.460	15600	1.675	14400	1.910	1800	4.130
	14:40	290	17400	1.445	16200	1.655	15000	1.900	2400	4.085
	15:15	325	19500	1.413	18300	1.610	17100	1.810	4500	3.915
	15:45	355	21300	1.390	20100	1.560	18900	1.770	6300	3.815
	16:05	375	22500	1.353	21300	1.514	20100	1.720	7500	3.775
10/08/90	10:10	140	8760	0.705	86400	0.678	85200	0.740	72600	1.302
	10:20	1470	88200	0.689	87000	0.675	85800	0.735	73200	1.270
	10:40	1490	89400	0.670	88200	0.660	87000	0.710	74400	0.804
	10:50	1500	90000	0.660	88800	0.660	87600	0.705	75000	0.798
	12:30	1680	96000	0.660	94800	0.615	93600	0.680	81000	1.135
	12:40	1610	96600	0.645	95400	0.613	94200	0.675	81600	1.117
	13:05	1625	98100	0.667	96900	0.540	95700	0.600	83100	1.274
	13:20	1650	99000	0.630	97800	0.490	96600	0.550	84000	1.160
	13:41	1671	100260	0.620	99060	0.587	97860	0.630	85260	1.065
	14:00	1690	101400	0.625	100200	0.573	99000	0.630	86400	1.060
	14:20	1710	102600	0.610	101400	0.570	100200	0.627	87600	1.034
	14:40	1730	103800	0.595	102600	0.556	101400	0.617	88800	1.013
	15:00	1750	105000	0.597	103800	0.552	102600	0.613	90000	1.011
	16:05	1815	108900	0.576	107700	0.515	106500	0.594	93900	0.940
	16:30	1840	110400	0.561	109200	0.520	108000	0.593	95400	0.930
	16:55	1865	111900	0.555	110700	0.509	109500	0.576	96900	0.900
	17:25	1895	113700	0.551	112500	0.506	111300	0.565	98700	0.883

## A

	17:55	1925	115500	0.535	114300	0.503	113100	0.554	100500	0.857
10/09/90	09:40	2870	172200	0.311	171000	0.383	169800	0.362	157200	0.410
	10:00	2890	173400	0.287	172200	0.364	171000	0.379	158400	0.400
	10:20	2910	174600	0.287	173400	0.361	172200	0.375	159600	0.384
	10:50	2940	176400	0.284	175200	0.361	174000	0.366	161400	0.388
	11:20	2970	178200	0.274	177000	0.353	175800	0.340	163200	0.352
	12:05	3015	180900	0.246	179700	0.329	178500	0.336	165900	0.355
	13:30	3100	186000	0.238	184800	0.324	183600	0.331	171000	0.335
	15:30	3220	193200	0.218	192000	0.311	190800	0.327	178200	0.311
	17:30	3340	200400	0.205	199200	0.303	198000	0.307	185400	0.295
10/10/90	10:10	4340	264400	0.133	259200	0.256	258000	0.301	245400	0.235
	17:20	4770	286200	0.112	285000	0.255	283800	0.299	271200	0.270
10/11/90	18:20	5790	347400	0.170	346200	0.216	345000	0.273	332400	0.195
	18:10	6260	375600	0.015	374400	0.210	373200	0.270	360600	0.200
10/12/90	09:55	7205	432300	0.015	431100	0.227	429900	0.270	417300	0.206
	17:25	7655	459300	0.027	458100	0.214	456900	0.298	444300	0.205
10/13/90	09:30	8620	517200	0.052	516000	0.207	514800	0.284	502200	0.205
	17:00	9070	544200	0.045	543000	0.215	541800	0.274	529200	0.200
10/14/90	09:20	10050	603000	0.050	601800	0.205	600600	0.268	588000	0.052
	14:20	10350	621000	0.046	619800	0.202	618600	0.250	606000	0.191
10/16/90	10:00	12970	778200	0.060	777000	0.194	775800	0.267	763200	0.198
	17:30	13420	805200	0.066	804000	0.197	802800	0.269	790200	0.196
10/17/90	09:20	14370	862200	0.059	861000	0.187	859800	0.266	847200	0.186
	16:45	14815	888900	0.055	887700	0.186	886500	0.265	873900	0.192
10/18/90	09:45	15835	950100	0.066	948900	0.181	947700	0.261	935100	0.181
	17:50	16320	979200	0.063	978000	0.187	976800	0.264	961500	0.184
10/19/90	17:15	17725	1063500	0.061	1062300	0.190	1061100	0.266	1048500	0.193
10/20/90	15:20	19050	1143000	0.063	1141800	0.191	1140600	0.267	1128000	0.193
10/21/90	10:40	20210	1212600	0.064	1211400	0.192	1210200	0.269	1197600	0.193
10/25/90	11:50	26040	1562400	0.000	1561200	0.193	1560000	0.294	1547400	0.199
10/31/90	12:25	34715	2082900	0.096	2081700	0.194	2080500	0.266	2067900	0.200
11/08/90	08:50	46020	2761200	0.181	2760000	0.209	2758800	0.276	2746200	0.192
11/15/90	09:50	56160	3369600	0.273	3368400	0.223	3367200	0.282	3354600	0.214
11/23/90	10:30	67720	4063200	0.333	4062000	0.252	4060800	0.298	4048200	0.221
11/29/90	11:20	76410	4584600	0.374	4583400	0.287	4582200	0.309	4569600	0.236

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAMUAC-CHALCO

ESTACION B

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN	PIEZOMETRO	TIEMPO EN	PIEZOMETRO	TIEMPO EN	PIEZOMETRO
				No. 1	SEGUNDOS	No. 2	SEGUNDOS	No. 3	SEGUNDOS	No. 4
10/07/90	14:50	0.000	0		0		0		0	4.068
	15:00	0.000	0		0		0		600	4.018
	15:10	0.000	0		0		0		1200	3.963
	15:20	0.000	0		0		0		1800	3.958
	15:30	0.000	0		0		0		2400	3.904
	15:40	0.000	0		0		0		3000	3.875
	15:50	0.000	0		0		0		3600	3.818
	16:00	0.000	0		0		0		4200	3.806
10/08/90	10:15	0.000	0		0		0		69900	1.463
	10:30	0.000	0		0		0		70800	1.447
	10:45	0.000	0		0		0		71700	1.428
	12:40	0.000	0		0		0		78560	1.298
	12:50	0.000	0		0		0		79200	1.296
	13:20	0.000	0		0		0		81000	1.242
	13:35	0.000	0		0		0		81900	1.238
	13:55	0.000	0		0		0		83100	1.242
	14:15	0.000	0		0		0		84300	1.228
	14:30	0.000	0		0		0		85200	1.201
	14:50	0.000	0		0		0		86400	1.183
	15:10	0.000	0		0		0		87600	1.160
	16:20	0.000	0		0		0		91800	1.091
	16:40	0.000	0		0		0		93000	1.075
	17:00	0.000	0		0		0		94200	1.051
	17:20	0.000	0		0		0		95400	1.046
	17:40	0.000	0		0		0		96600	1.028
	18:00	0.000	0		0		0		97800	1.017
10/09/90	09:45	0.000	0		0		0		154500	0.520
	10:05	0.000	0		0		0		155700	0.515
	10:20	0.000	0		0		0		156600	0.503
	11:00	0.000	0	1.683	0	2.619	0		159000	0.483
	11:10	10.000	600	1.634	600	2.534	0		159600	0.470
	11:25	25.000	1500	1.566	1500	2.475	0	3.735	160500	0.468
	11:35	35.000	2100	1.541	2100	2.446	600	3.675	161100	0.465
	11:45	45.000	2700	1.492	2700	2.404	1200	3.622	161700	0.452
	12:00	60.000	3600	1.436	3600	2.357	1800	3.546	162600	0.452
	12:10	70.000	4200	1.395	4200	2.316	2700	3.497	163200	0.452
	12:20	80.000	4800	1.355	4800	2.287	3300	3.446	163800	0.446
	12:35	95.000	5700	1.322	5700	2.253	4200	3.386	164700	0.443
	12:45	105.000	6300	1.292	6300	2.220	4800	3.357	165300	0.439
	13:00	120.000	7200	1.242	7200	2.187	5700	3.299	166200	0.436
	13:25	145.000	8700	1.178	8700	2.137	7200	3.230	167700	0.422
	13:40	160.000	9600	1.146	9600	2.106	8100	3.169	168600	0.422
	13:55	175.000	10500	1.137	10500	2.072	9000	3.122	169500	0.421
	14:10	190.000	11400	1.075	11400	2.038	9900	3.032	170400	0.420
	14:25	205.000	12300	1.048	12300	2.014	10800	3.030	171300	0.419
	14:40	220.000	13200	1.012	13200	1.981	11700	2.974	172200	0.411
	14:55	235.000	14100	0.980	14100	1.943	12600	2.925	173100	0.403
	15:10	250.000	15000	0.955	15000	1.924	13500	2.885	174000	0.401
	15:25	265.000	15900	0.929	15900	1.908	14400	2.847	174900	0.399

## B

	15:40	280.000	16800	0.902	16800	1.869	15300	2.803	175800	0.397
	16:00	300.000	18000	0.878	18000	1.842	16500	2.739	177000	0.394
	16:15	315.000	18900	0.849	18900	1.815	17400	2.708	177900	0.392
	16:35	335.000	20100	0.818	20100	1.794	18600	2.668	179100	0.389
	16:50	350.000	21000	0.786	21000	1.765	19500	2.621	180000	0.393
	17:05	365.000	21900	0.770	21900	1.634	20400	2.592	180900	0.397
	17:20	380.000	22800	0.742	22800	1.708	21300	2.549	181800	0.281
	17:35	395.000	23700	0.725	23700	1.692	22200	2.508	182700	0.326
	17:50	410.000	24600	0.716	24600	1.676	23100	2.485	183600	0.371
10/10/90	10:15	1395.000	83700	0.126	83700	0.803	82200	1.026	242700	0.282
	11:15	1455.000	87300	0.086	87300	0.742	85800	0.955	246300	0.270
	13:15	1575.000	94500	0.094	94500	0.713	93000	0.874	253500	0.268
	15:10	1690.000	101400	0.088	101400	0.654	99900	0.810	260400	0.268
	17:25	1825.000	109500	0.060	109500	0.592	108000	0.690	268500	0.268
10/11/90	10:25	2845.000	170700	0.030	170700	0.315	169200	0.295	329700	0.232
	18:15	3315.000	198900	0.015	198900	0.235	197400	0.200	357900	0.226
10/12/90	10:00	4260.000	255600	0.030	255600	0.149	254100	0.098	414600	0.223
	17:20	4700.000	282000	0.011	282000	0.137	280500	0.098	441000	0.210
10/13/90	09:35	5675.000	340500	0.016	340500	0.095	339000	0.091	499500	0.210
	16:50	6110.000	366600	0.005	366600	0.082	365100	0.052	525600	0.204
10/14/90	09:30	7110.000	426600	0.001	426600	0.078	425100	0.043	585600	0.206
	14:20	7400.000	444000	0.005	444000	0.018	442500	0.042	603000	0.206
10/16/90	10:05	10025.000	601500	0.020	601500	0.082	600000	0.046	760500	0.217
	17:25	10465.000	627900	0.016	627900	0.077	626400	0.052	786900	0.223
10/17/90	09:25	11425.000	685500	0.010	685500	0.072	684000	0.046	844500	0.213
	16:50	11870.000	712200	0.014	712200	0.070	710700	0.049	871200	0.221
10/18/90	09:45	12885.000	773100	0.019	773100	0.068	771600	0.040	932100	0.212
	17:55	13375.000	802500	0.012	802500	0.068	801000	0.046	961500	0.217
10/19/90	17:20	14780.000	886800	0.010	886800	0.075	885300	0.049	1045800	0.220
10/20/90	15:25	16105.000	966300	0.021	966300	0.080	964800	0.052	1125300	0.226
10/21/90	10:45	17265.000	1035900	0.028	1035900	0.083	1034400	0.057	1194900	0.028
10/25/90	11:55	23095.000	1385700	0.029	1385700	0.089	1384200	0.052	1458300	0.239
10/31/90	11:40	31720.000	1903200	0.060	1903200	0.096	1901700	0.066	1975800	0.241
11/08/90	08:55	43075.000	2584500	0.159	2584500	0.137	2583000	0.107	2657100	0.279
11/15/90	09:55	53215.000	3192900	0.239	3192900	0.175	3191400	0.125	3265500	0.305
11/23/90	10:35	64775.000	3886500	0.305	3886500	0.206	3885000	0.151	3959100	0.320
11/29/90	11:20	73460.000	4407600	0.340	4407600	0.241	4406100	0.179	4480200	0.339

## DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAHUAC-CHALCO

## ESTACION E

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO
				No. 1		No. 2		No. 3
08:10:90	11:00	0.000	0.000	0.452	0.000	2.474		
	11:10	10.000	600.000	0.345	600.000	2.464		
	11:20	20.000	1200.000	0.250	1200.000	2.433		
	11:30	30.000	1800.000	0.180	1800.000	2.390	0.000	2.060
	11:40	40.000	2400.000	0.120	2400.000	2.375	600.000	1.600
	11:50	50.000	3000.000	0.098	3000.000	2.355	1200.000	1.300
	12:00	60.000	3600.000	0.090	3600.000	2.312	1800.000	1.064
	12:10	70.000	4200.000	0.075	4200.000	2.275	2400.000	0.874
	12:20	80.000	4800.000	0.063	4800.000	2.264	3000.000	0.725
	12:55	115.000	6900.000	0.049	6900.000	2.208	5100.000	0.410
	13:00	120.000	7200.000	0.045	7200.000	2.196	5400.000	0.362
	13:10	130.000	7800.000	0.044	7800.000	2.160	6000.000	0.326
	13:20	140.000	8400.000	0.044	8400.000	2.143	6600.000	0.293
	13:30	150.000	9000.000	0.044	9000.000	2.125	7200.000	0.273
	13:40	160.000	9600.000	0.044	9600.000	2.109	7800.000	0.240
	13:55	175.000	10500.000	0.044	10500.000	2.090	8700.000	0.225
	14:10	190.000	11400.000	0.044	11400.000	2.060	9600.000	0.180
	14:25	205.000	12300.000	0.044	12300.000	2.040	10500.000	0.170
	14:40	220.000	13200.000	0.044	13200.000	2.010	11400.000	0.170
	14:50	230.000	13800.000	0.044	13800.000	1.995	12000.000	0.150
	15:05	245.000	14700.000	0.044	14700.000	1.975	12900.000	0.150
	15:20	260.000	15600.000	0.044	15600.000	1.960	13800.000	0.150
	15:35	275.000	16500.000	0.044	16500.000	1.940	14700.000	0.150
	15:55	295.000	17700.000	0.044	17700.000	1.910	15900.000	0.150
	16:10	310.000	18600.000	0.044	18600.000	1.880	16800.000	0.150
	16:25	325.000	19500.000	0.044	19500.000	1.860	17700.000	0.140
	16:40	340.000	20400.000	0.044	20400.000	1.835	18600.000	0.140
	16:55	355.000	21300.000	0.044	21300.000	1.810	19500.000	0.140
	17:15	375.000	22500.000	0.044	22500.000	1.800	20700.000	0.140
	17:30	390.000	23400.000	0.044	23400.000	1.785	21600.000	0.140
17:45	405.000	24300.000	0.044	24300.000	1.750	22500.000	0.140	
18:00	420.000	25200.000	0.044	25200.000	1.750	23400.000	0.140	
09:10:90	09:55	1375.000	82500.000	0.034	82500.000	0.903	80700.000	0.137
	10:15	1395.000	83700.000	0.030	83700.000	0.878	81900.000	0.130
	10:30	1410.000	84600.000	0.025	84600.000	0.868	82800.000	0.126
	11:50	1490.000	89400.000	0.022	89400.000	0.857	87600.000	0.122
	14:00	1620.000	97200.000	0.034	97200.000	0.785	95400.000	0.141
	15:50	1730.000	103800.000	0.045	103800.000	0.728	102000.000	0.132
	18:00	1860.000	111600.000	0.022	111600.000	0.652	109800.000	0.108
	10:10:90	10:25	2845.000	170700.000	0.050	170700.000	0.374	168900.000
17:30	3270.000	196200.000	0.054	196200.000	0.300	194400.000	0.140	
11:10:90	11:05	4325.000	259500.000	0.067	259500.000	0.200	257700.000	0.150
	18:10	4750.000	285000.000	0.027	285000.000	0.172	283200.000	0.140
	12:10:90	10:25	5725.000	343500.000	0.048	343500.000	0.150	341700.000
17:10	6130.000	367800.000	0.046	367800.000	0.137	366000.000	0.152	
13:10:90	09:40	7120.000	427200.000	0.054	427200.000	0.118	425400.000	0.142
	16:40	7540.000	452400.000	0.048	452400.000	0.115	450600.000	0.121
14:10:90	09:25	8555.000	513300.000	0.013	513300.000	0.108	511500.000	0.420
	14:10	8830.000	529800.000	0.054	529800.000	0.101	528000.000	0.131

## E

:16:10:90	:10:15	:11475.000	:688500.000	:0.066	:688500.000	:0.096	:686700.000	:0.142
:	:17:20	:11900.000	:714000.000	:0.090	:714000.000	:0.098	:712200.000	:0.154
:17:10:90	:09:30	:12870.000	:772200.000	:0.071	:772200.000	:0.095	:770400.000	:0.135
:	:16:55	:13315.000	:798900.000	:0.086	:798900.000	:0.093	:797100.000	:0.140
:18:10:90	:09:50	:14330.000	:859800.000	:0.061	:859800.000	:0.088	:858000.000	:0.134
:	:16:55	:14755.000	:885300.000	:0.063	:885300.000	:0.097	:883500.000	:0.139
:19:10:90	:16:35	:16175.000	:970500.000	:0.085	:970500.000	:0.092	:968700.000	:0.137
:20:10:90	:15:30	:17550.000	:1053000.000	:0.081	:1053000.000	:0.098	:1051200.000	:0.140
:21:10:90	:09:50	:18650.000	:1119000.000	:0.078	:1119000.000	:0.101	:1117200.000	:0.140
:25:10:90	:12:00	:24540.000	:1472400.000	:0.113	:1472400.000	:0.115	:1470600.000	:0.148
:31:10:90	:11:45	:33165.000	:1989900.000	:0.111	:1989900.000	:0.107	:1988100.000	:0.146
:08:11:90	:09:00	:44520.000	:2671200.000	:0.229	:2671200.000	:0.143	:2669400.000	:0.153
:15:11:90	:10:00	:54660.000	:3279600.000	:0.307	:3279600.000	:0.165	:3277800.000	:0.169
:23:11:90	:09:45	:66165.000	:3969900.000	:0.362	:3969900.000	:0.188	:3968100.000	:0.177
:29:11:90	:10:45	:74865.000	:4491900.000	:0.412	:4491900.000	:0.226	:4490100.000	:0.207

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAHUAC-CHALCO

ESTACION F

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO
				No. 1		No. 2		No. 3		No. 4
16:10:90	13:25	0.000	0.000	1.821	0.000	2.706	0.000	3.345	0.000	4.455
	13:40	15.000	900.000	1.788	900.000	2.643	900.000	3.108	900.000	4.251
	13:55	30.000	1800.000	1.707	1800.000	2.511	1800.000	2.874	1800.000	4.084
	14:10	45.000	2700.000	1.654	2700.000	2.433	2700.000	2.661	2700.000	3.935
	14:25	60.000	3600.000	1.620	3600.000	2.358	3600.000	2.482	3600.000	3.805
	14:40	75.000	4500.000	1.553	4500.000	2.289	4500.000	2.290	4500.000	3.664
	14:55	90.000	5400.000	1.516	5400.000	2.222	5400.000	2.111	5400.000	3.525
	15:10	105.000	6300.000	1.465	6300.000	2.149	6300.000	1.967	6300.000	3.404
	15:25	120.000	7200.000	1.434	7200.000	2.108	7200.000	1.845	7200.000	3.303
	15:40	135.000	8100.000	1.391	8100.000	2.043	8100.000	1.697	8100.000	3.172
	15:55	150.000	9000.000	1.374	9000.000	1.998	9000.000	1.588	9000.000	3.021
	16:10	165.000	9900.000	1.339	9900.000	1.949	9900.000	1.486	9900.000	2.963
	16:25	180.000	10800.000	1.300	10800.000	1.890	10800.000	1.371	10800.000	2.855
	16:40	195.000	11700.000	1.273	11700.000	1.854	11700.000	1.292	11700.000	2.770
	16:55	210.000	12600.000	1.246	12600.000	1.812	12600.000	1.204	12600.000	2.683
	17:10	225.000	13500.000	1.226	13500.000	1.769	13500.000	1.127	13500.000	2.590
	17:25	240.000	14400.000	1.212	14400.000	1.743	14400.000	1.061	14400.000	2.502
	17:40	255.000	15300.000	1.185	15300.000	1.686	15300.000	0.960	15300.000	2.467
18:00	275.000	16500.000	1.163	16500.000	1.645	16500.000	0.900	16500.000	2.280	
17:10:90	09:35	1210.000	72600.000	0.415	72600.000	0.539	72600.000	0.142	72600.000	0.366
	10:35	1270.000	76200.000	0.406	76200.000	0.518	76200.000	0.142	76200.000	0.349
	11:35	1330.000	79800.000	0.377	79800.000	0.481	79800.000	0.138	79800.000	0.311
	13:50	1465.000	87900.000	0.357	87900.000	0.436	87900.000	0.142	87900.000	0.272
	16:15	1610.000	96600.000	0.317	96600.000	0.325	96600.000	0.140	96600.000	0.266
	17:00	1655.000	99300.000	0.301	99300.000	0.369	99300.000	0.138	99300.000	0.221
18:10:90	09:55	2670.000	160200.000	0.167	160200.000	0.279	160200.000	0.134	160200.000	0.187
	17:00	3095.000	185700.000	0.149	185700.000	0.219	185700.000	0.137	185700.000	0.175
19:10:90	16:40	4515.000	270900.000	0.096	270900.000	0.140	270900.000	0.132	270900.000	0.146
20:10:90	15:35	5890.000	353400.000	0.094	353400.000	0.124	353400.000	0.136	353400.000	0.142
21:10:90	09:55	6990.000	419400.000	0.095	419400.000	0.126	419400.000	0.137	419400.000	0.139
25:10:90	12:05	12880.000	772800.000	0.104	772800.000	0.136	772800.000	0.144	772800.000	0.152
31:10:90	11:50	21505.000	1290300.000	0.120	1290300.000	0.135	1290300.000	0.145	1290300.000	0.150
08:11:90	09:05	32860.000	1971600.000	0.212	1971600.000	0.160	1971600.000	0.160	1971600.000	0.163
15:11:90	10:00	42995.000	2579700.000	0.274	2579700.000	0.177	2579700.000	0.177	2579700.000	0.164
23:11:90	09:48	54503.000	3270180.000	0.367	3270180.000	0.208	3270180.000	0.203	3270180.000	0.193
29:11:90	10:50	63205.000	3792300.000	0.367	3792300.000	0.232	3792300.000	0.212	3792300.000	0.203

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAHUAC-CHALCO

ESTACION G

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO:	TIEMPO EN	PIEZOMETRO:	TIEMPO EN	PIEZOMETRO:
				No. 1	SEGUNDOS	No. 2	SEGUNDOS	No. 3
08:10:00	12:00	0.000	0.000	1.620	0.000	2.800		
	12:10	10.000	600.000	1.500	600.000	2.720		
	12:20	20.000	1200.000	1.430	1200.000	2.710		
	12:25	25.000	1500.000	1.425	1500.000	2.700	0.000	3.610
	12:30	30.000	1800.000	1.420	1800.000	2.690	300.000	3.590
	12:35	35.000	2100.000	1.400	2100.000	2.670	600.000	3.570
	12:40	40.000	2400.000	1.380	2400.000	2.650	900.000	3.535
	12:45	45.000	2700.000	1.340	2700.000	2.635	1200.000	3.500
	12:50	50.000	3000.000	1.300	3000.000	2.620	1500.000	3.460
	12:55	55.000	3300.000	1.275	3300.000	2.560	1800.000	3.420
	13:00	60.000	3600.000	1.250	3600.000	2.500	2100.000	3.380
	13:05	65.000	3900.000	1.225	3900.000	2.455	2400.000	3.340
	13:10	70.000	4200.000	1.200	4200.000	2.410	2700.000	3.320
	13:15	75.000	4500.000	1.190	4500.000	2.455	3000.000	3.300
	13:20	80.000	4800.000	1.180	4800.000	2.500	3300.000	3.245
	13:25	85.000	5100.000	1.160	5100.000	2.500	3600.000	3.190
	13:30	90.000	5400.000	1.140	5400.000	2.500	3900.000	3.155
	13:35	95.000	5700.000	1.125	5700.000	2.500	4200.000	3.120
	13:40	100.000	6000.000	1.110	6000.000	2.500	4500.000	3.095
	13:45	105.000	6300.000	1.105	6300.000	2.495	4800.000	3.070
	13:50	110.000	6600.000	1.100	6600.000	2.490	5100.000	3.050
	13:55	115.000	6900.000	1.065	6900.000	2.465	5400.000	3.030
	14:05	125.000	7500.000	1.030	7500.000	2.440	5850.000	2.965
	14:10	130.000	7800.000	1.005	7800.000	2.410	6300.000	2.900
	14:15	135.000	8100.000	0.980	8100.000	2.380	6600.000	2.850
	14:20	140.000	8400.000	0.980	8400.000	2.380	6900.000	2.800
	14:25	145.000	8700.000	0.980	8700.000	2.380	7200.000	2.785
	14:30	150.000	9000.000	0.950	9000.000	2.380	7500.000	2.770
	14:35	155.000	9300.000	0.920	9300.000	2.380	7800.000	2.725
	14:40	160.000	9600.000	0.900	9600.000	2.370	8100.000	2.680
	14:50	170.000	10200.000	0.860	10200.000	2.360	8550.000	2.660
	14:55	175.000	10500.000	0.865	10500.000	2.345	9000.000	2.640
	15:00	180.000	10800.000	0.850	10800.000	2.330	9300.000	2.605
	15:05	185.000	11100.000	0.835	11100.000	2.325	9600.000	2.570
	15:10	190.000	11400.000	0.820	11400.000	2.320	9900.000	2.550
	15:15	195.000	11700.000	0.810	11700.000	2.315	10200.000	2.530
	15:20	200.000	12000.000	0.800	12000.000	2.310	10500.000	2.515
	15:25	205.000	12300.000	0.790	12300.000	2.300	10800.000	2.500
	15:30	210.000	12600.000	0.780	12600.000	2.290	11100.000	2.460
	15:35	215.000	12900.000	0.765	12900.000	2.285	11400.000	2.420
	15:40	220.000	13200.000	0.750	13200.000	2.280	11700.000	2.370
	15:45	225.000	13500.000	0.740	13500.000	2.270	12000.000	2.320
	15:50	230.000	13800.000	0.730	13800.000	2.260	12300.000	2.300
	15:55	235.000	14100.000	0.725	14100.000	2.255	12600.000	2.280
	16:00	240.000	14400.000	0.720	14400.000	2.250	12900.000	2.270
	16:05	245.000	14700.000	0.705	14700.000	2.235	13200.000	2.260
	16:10	250.000	15000.000	0.690	15000.000	2.220	13500.000	2.220
	16:15	255.000	15300.000	0.680	15300.000	2.210	13800.000	2.180
	16:20	260.000	15600.000	0.670	15600.000	2.200	14100.000	2.155



	16:25	265,000	15900,000	0.660	15900,000	2.190	14400,000	2.130
	16:30	270,000	16200,000	0.650	16200,000	2.180	14700,000	2.110
	16:35	275,000	16500,000	0.640	16500,000	2.175	15000,000	2.090
	16:40	280,000	16800,000	0.630	16800,000	2.170	15300,000	2.075
	16:45	285,000	17100,000	0.625	17100,000	2.170	15600,000	2.060
	16:50	290,000	17400,000	0.620	17400,000	2.170	15900,000	2.030
	16:55	295,000	17700,000	0.620	17700,000	2.170	16200,000	2.000
	17:00	300,000	18000,000	0.620	18000,000	2.170	17100,000	1.955
	17:20	320,000	19200,000	0.580	19200,000	2.110	17550,000	1.933
	17:25	325,000	19500,000	0.570	19500,000	1.970	18000,000	1.910
	17:40	340,000	20400,000	0.560	20400,000	1.830	18600,000	1.875
	17:45	345,000	20700,000	0.520	20700,000	1.775	19200,000	1.840
	18:00	360,000	21600,000	0.480	21600,000	1.720	19800,000	1.780
	18:05	365,000	21900,000	0.295	21900,000	1.419	20400,000	1.720
09:10:90	10:10	1330,000	79800,000	0.109	79800,000	1.118	78300,000	0.205
	10:30	1350,000	81000,000	0.100	81000,000	1.062	79500,000	0.198
	12:00	1440,000	86400,000	0.100	86400,000	1.050	84900,000	0.160
	14:00	1560,000	93600,000	0.085	93600,000	0.980	92100,000	0.125
	16:00	1680,000	100800,000	0.085	100800,000	0.915	99300,000	0.105
	18:00	1800,000	108000,000	0.085	108000,000	0.850	106500,000	0.085
10:10:90	10:30	2790,000	167400,000	0.079	167400,000	0.496	165900,000	0.034
	17:40	3220,000	193200,000	0.070	193200,000	0.420	191700,000	0.030
11:10:90	10:55	4255,000	255300,000	0.074	255300,000	0.235	253800,000	0.036
	18:00	4680,000	280800,000	0.075	280800,000	0.200	279300,000	0.030
12:10:90	10:40	5680,000	340800,000	0.063	340800,000	0.165	339900,000	0.028
	17:05	6065,000	363900,000	0.072	363900,000	0.140	362400,000	0.024
13:10:90	09:45	7065,000	423900,000	0.081	423900,000	0.116	422400,000	0.030
	16:30	7470,000	448200,000	0.093	448200,000	0.117	446700,000	0.050
14:10:90	09:55	8515,000	510900,000	0.075	510900,000	0.069	509400,000	0.027
	13:55	8755,000	525300,000	0.051	525300,000	0.062	523800,000	0.028
16:10:90	10:30	11430,000	685800,000	0.056	685800,000	0.054	684300,000	0.049
	17:40	11860,000	711600,000	0.073	711600,000	0.048	710100,000	0.043
17:10:90	09:40	12820,000	769200,000	0.071	769200,000	0.040	767700,000	0.042
	17:10	13270,000	796200,000	0.072	796200,000	0.043	794700,000	0.045
18:10:90	10:05	14285,000	857100,000	0.072	857100,000	0.047	855600,000	0.031
	17:05	14705,000	882300,000	0.067	882300,000	0.052	880800,000	0.030
19:10:90	16:50	16130,000	967800,000	0.075	967800,000	0.053	966300,000	0.037
20:10:90	15:45	17505,000	1050300,000	0.076	1050300,000	0.046	1024800,000	0.044
21:10:90	10:05	18605,000	1116300,000	0.081	1116300,000	0.047	1114800,000	0.053
25:10:90	12:20	24500,000	1470000,000	0.094	1470000,000	0.067	1466500,000	0.072
31:10:90	12:09	33120,000	1987200,000	0.094	1987200,000	0.060	1985700,000	0.045
08:11:90	09:10	44470,000	2668200,000	0.118	2668200,000	0.102	2666700,000	0.116
15:11:90	10:10	54610,000	3276600,000	0.155	3276600,000	0.135	3275100,000	0.160
23:11:90	10:00	66120,000	3967200,000	0.190	3967200,000	0.168	3965700,000	0.182
29:11:90	11:00	74820,000	4489200,000	0.227	4489200,000	0.178	4487700,000	0.202

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAHUAC-CHALCO

ESTACION H

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO
				No. 1		No. 2		No. 3		No. 4
13:10:30	11:30	0.000	0.000	1.848	0.000	2.819	0.000	2.579	0.000	4.543
	11:45	15.000	900.000	1.750	900.000	2.796	900.000	1.944	900.000	4.283
	12:00	30.000	1800.000	1.639	1800.000	2.627	1800.000	1.533	1800.000	4.083
	12:15	45.000	2700.000	1.625	2700.000	2.510	2700.000	1.267	2700.000	3.966
	12:30	60.000	3600.000	1.547	3600.000	2.446	3600.000	1.444	3600.000	3.775
	12:45	75.000	4500.000	1.453	4500.000	2.391	4500.000	0.862	4500.000	3.679
	13:00	90.000	5400.000	1.424	5400.000	2.360	5400.000	0.561	5400.000	3.580
	13:15	105.000	6300.000	1.378	6300.000	2.296	6300.000	0.544	6300.000	3.397
	13:30	120.000	7200.000	1.291	7200.000	2.245	7200.000	0.452	7200.000	3.298
	13:45	135.000	8100.000	1.275	8100.000	2.224	8100.000	0.352	8100.000	3.105
	14:00	150.000	9000.000	1.170	9000.000	2.162	9000.000	0.334	9000.000	3.068
	14:15	165.000	9900.000	1.127	9900.000	2.125	9900.000	0.284	9900.000	2.922
	14:30	180.000	10800.000	1.124	10800.000	2.104	10800.000	0.222	10800.000	2.813
	14:45	195.000	11700.000	1.055	11700.000	2.071	11700.000	0.220	11700.000	2.715
	15:00	210.000	12600.000	1.017	12600.000	2.035	12600.000	0.199	12600.000	2.684
	16:00	270.000	16200.000	0.872	16200.000	1.885	16200.000	0.158	16200.000	2.249
	16:15	285.000	17100.000	0.844	17100.000	1.862	17100.000	0.154	17100.000	2.156
	16:30	300.000	18000.000	0.826	18000.000	1.800	18000.000	0.136	18000.000	2.134
14:10:30	09:45	1335.000	80100.000	0.044	80100.000	0.770	80100.000	0.127	80100.000	0.284
	10:45	1395.000	83700.000	0.137	83700.000	0.740	83700.000	0.144	83700.000	0.280
	11:45	1455.000	87300.000	0.079	87300.000	0.700	87300.000	0.113	87300.000	0.271
	12:45	1515.000	90900.000	0.151	90900.000	0.674	90900.000	0.113	90900.000	0.240
	13:45	1575.000	94500.000	0.143	94500.000	0.636	94500.000	0.112	94500.000	0.232
16:10:30	10:20	4250.000	255000.000	0.066	255000.000	0.197	255000.000	0.114	255000.000	0.155
	17:25	4685.000	281100.000	0.065	281100.000	0.185	281100.000	0.121	281100.000	0.157
17:10:30	09:40	5650.000	339000.000	0.053	339000.000	0.155	339000.000	0.116	339000.000	0.156
	17:05	6095.000	365700.000	0.055	365700.000	0.150	365700.000	0.115	365700.000	0.156
18:10:30	10:00	7110.000	426600.000	0.055	426600.000	0.150	426600.000	0.115	426600.000	0.148
	17:00	7530.000	451800.000	0.054	451800.000	0.153	451800.000	0.117	451800.000	0.154
19:10:30	16:45	8955.000	537300.000	0.053	537300.000	0.137	537300.000	0.126	537300.000	0.159
20:10:30	15:40	10330.000	619800.000	0.057	619800.000	0.142	619800.000	0.125	619800.000	0.156
21:10:30	10:00	11430.000	685800.000	0.059	685800.000	0.134	685800.000	0.123	685800.000	0.158
25:10:30	12:10	17320.000	1039200.000	0.083	1039200.000	0.147	1039200.000	0.149	1039200.000	0.166
31:10:30	11:55	25945.000	1556700.000	0.079	1556700.000	0.133	1556700.000	0.132	1556700.000	0.176
08:11:30	09:05	37295.000	2237700.000	0.104	2237700.000	0.150	2237700.000	0.159	2237700.000	0.184
15:11:30	10:05	47435.000	2846100.000	0.152	2846100.000	0.163	2846100.000	0.178	2846100.000	0.205
23:11:30	09:55	58945.000	3536700.000	0.203	3536700.000	0.191	3536700.000	0.220	3536700.000	0.239
29:11:30	10:55	67645.000	4058700.000	0.225	4058700.000	0.206	4058700.000	0.230	4058700.000	0.258

## H

25:10:90	12:35	21590.000	1295400.000	0.278	1295400.000	0.235	1296300.000	0.272	1296900.000	0.267
31:10:90	12:10	30205.000	1812300.000	0.299	1812300.000	0.240	1813200.000	0.267	1813800.000	0.255
08:11:90	09:20	41555.000	2493300.000	0.466	2493300.000	0.266	2494200.000	0.276	2494800.000	0.294
15:11:90	10:20	51695.000	3101700.000	0.541	3101700.000	0.294	3102600.000	0.290	3103200.000	0.281
23:11:90	10:15	63210.000	3792600.000	0.598	3792600.000	0.331	3793500.000	0.313	3794100.000	0.301
29:11:90	11:05	71900.000	4314000.000	0.633	4314000.000	0.363	4314900.000	0.336	4315500.000	0.308

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAHUAC-CHALCO

ESTACION I

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO:	TIEMPO EN	PIEZOMETRO:	TIEMPO EN	PIEZOMETRO:
				No. 1	SEGUNDOS	No. 2	SEGUNDOS	No. 4
13:10:90	12:00	0.000	0.000	1.470	0.000	2.808	0.000	4.022
	12:15	15.000	900.000	1.245	900.000	2.722	900.000	3.880
	12:30	30.000	1800.000	1.127	1800.000	2.680	1800.000	3.777
	12:45	45.000	2700.000	1.000	2700.000	2.610	2700.000	3.646
	13:00	60.000	3600.000	0.880	3600.000	2.580	3600.000	3.540
	13:15	75.000	4500.000	0.850	4500.000	2.550	4500.000	3.466
	13:30	90.000	5400.000	0.780	5400.000	2.470	5400.000	3.320
	13:45	105.000	6300.000	0.705	6300.000	2.450	6300.000	3.235
	14:00	120.000	7200.000	0.670	7200.000	2.440	7200.000	3.170
	14:15	135.000	8100.000	0.620	8100.000	2.390	8100.000	3.090
	14:30	150.000	9000.000	0.570	9000.000	2.370	9000.000	3.030
	14:45	165.000	9900.000	0.545	9900.000	2.350	9900.000	2.945
	15:00	180.000	10800.000	0.525	10800.000	2.310	10800.000	2.870
	16:00	240.000	14400.000	0.390	14400.000	2.190	14400.000	2.547
	16:15	255.000	15300.000	0.373	15300.000	2.160	15300.000	2.455
14:10:90	10:00	1320.000	79200.000	0.060	79200.000	1.164	79200.000	0.495
	11:00	1380.000	82800.000	0.042	82800.000	1.122	82800.000	0.440
	12:00	1440.000	86400.000	0.040	86400.000	1.100	86400.000	0.413
	13:00	1500.000	90000.000	0.040	90000.000	1.060	90000.000	0.380
	14:00	1560.000	93600.000	0.075	93600.000	1.073	93600.000	0.377
16:10:90	10:35	4235.000	254100.000	0.001	254100.000	0.307	254100.000	0.078
17:10:90	09:45	5625.000	337500.000	0.000	337500.000	0.188	337500.000	0.075
	17:15	6075.000	364500.000	0.000	364500.000	0.168	364500.000	0.075
18:10:90	10:10	7090.000	425400.000	0.005	425400.000	0.143	425400.000	0.072
	17:20	7520.000	451200.000	0.001	451200.000	0.129	451200.000	0.081
19:10:90	16:50	8930.000	535800.000	0.004	535800.000	0.104	535800.000	0.081
20:10:90	15:50	10310.000	618600.000	0.008	618600.000	0.087	618600.000	0.074
21:10:90	10:10	11410.000	684600.000	0.002	684600.000	0.082	684600.000	0.078
25:10:90	12:25	17305.000	1038300.000	0.016	1038300.000	0.083	1038300.000	0.091
31:10:90	12:00	25920.000	1555200.000	0.030	1555200.000	0.081	1555200.000	0.087
08:11:90	09:10	37270.000	2236200.000	0.074	2236200.000	0.097	2236200.000	0.113
15:11:90	10:15	47415.000	2844900.000	0.112	2844900.000	0.117	2844900.000	0.125
23:11:90	10:05	58925.000	3535500.000	0.158	3535500.000	0.144	3535500.000	0.156
29:11:90	11:00	67620.000	4057200.000	0.190	4057200.000	0.169	4057200.000	0.170

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLIAMAC-CHALCO

ESTACION J

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO	TIEMPO EN	PIEZOMETRO	TIEMPO EN	PIEZOMETRO	TIEMPO EN	PIEZOMETRO
				No. 1	SEGUNDOS	No. 2	SEGUNDOS	No. 3	SEGUNDOS	No. 4
10:10:90	12:20								0.000	4.121
	12:30									4.049
	12:35							0.000	3.696	3.977
	12:45	0.000	0.000	2.000	0.000	2.708	900.000	3.563	1500.000	3.879
	12:50	5.000	300.000	1.830	450.000	2.656	1350.000	3.489	1800.000	3.780
	13:00	15.000	900.000	1.660	900.000	2.603	1800.000	3.415	2400.000	3.683
	13:05	20.000	1200.000	1.605	1350.000	2.582	2250.000	3.338	2700.000	3.585
	13:15	30.000	1800.000	1.550	1800.000	2.560	2700.000	3.260	3300.000	3.486
	13:20	35.000	2100.000	1.525	2400.000	2.443	3300.000	3.207	3600.000	3.386
	13:35	50.000	3000.000	1.500	3000.000	2.325	3900.000	3.154	4500.000	3.304
	13:40	55.000	3300.000	1.200	3750.000	2.363	4650.000	2.911	4800.000	3.222
	14:00	75.000	4500.000	0.900	4500.000	2.400	5400.000	2.668	6000.000	3.050
	14:15	90.000	5400.000	0.740	5400.000	2.338	6300.000	2.820	6900.000	2.925
	14:30	105.000	6300.000	0.150	6300.000	2.275	7200.000	2.797	7800.000	2.708
	14:45	120.000	7200.000	0.148	7200.000	2.230	8100.000	2.700	8700.000	2.606
	15:00	135.000	8100.000	0.148	8100.000	2.191	9000.000	2.621	9600.000	2.535
	15:15	150.000	9000.000	0.148	9000.000	2.145	9900.000	2.538	10500.000	2.452
	15:30	165.000	9900.000	0.148	9900.000	2.115	10800.000	2.461	11400.000	2.377
	15:45	180.000	10800.000	0.148	10800.000	2.065	11700.000	2.381	12300.000	2.365
	16:00	195.000	11700.000	0.094	11700.000	2.027	12600.000	2.361	13200.000	2.100
16:15	210.000	12600.000	0.090	12600.000	1.988	13500.000	2.340	14100.000	2.122	
16:30	225.000	13500.000	0.154	12500.000	1.956	14400.000	2.176	15000.000	2.010	
16:45	240.000	14400.000	0.153	14400.000	1.937	15300.000	2.085	15900.000	1.935	
17:00	255.000	15300.000	0.154	15300.000	1.891	16200.000	2.014	16800.000	1.823	
17:15	270.000	16200.000	0.154	16200.000	1.853	17100.000	1.981	17700.000	1.733	
17:30	285.000	17100.000	0.153	17100.000	1.806	18000.000	1.916	18600.000	1.693	
17:45	300.000	18000.000	0.153	18000.000	1.800	18900.000	1.855	19500.000	1.643	
18:00	315.000	18900.000	0.154	18900.000	1.760	19800.000	1.812	20400.000	1.616	
11:10:90	10:45	1320.000	79200.000	0.155	79200.000	0.635	80100.000	0.385	80700.000	0.955
	10:50	1417.500	85050.000	0.153	85050.000	0.588	85950.000	0.363	81000.000	0.293
	14:00	1515.000	90900.000	0.150	90900.000	0.540	91800.000	0.340	92400.000	0.300
	16:30	1665.000	99900.000	0.168	99900.000	0.502	100800.000	0.320	101400.000	0.300
	17:50	1745.000	104700.000	0.150	104700.000	0.465	105600.000	0.305	106200.000	0.280
12:10:90	10:53	2768.000	166800.000	0.150	166800.000	0.310	166980.000	0.250	167580.000	0.285
	13:00	2895.000	173700.000	0.150	173700.000	0.303	174600.000	0.270	175200.000	0.260
	17:00	3135.000	188100.000	0.149	188100.000	0.287	189000.000	0.214	189600.000	0.294
13:10:90	10:00	4155.000	249300.000	0.139	249300.000	0.276	250200.000	0.275	250800.000	0.276
	16:40	4555.000	273300.000	0.135	273300.000	0.240	274200.000	0.260	274800.000	0.260
14:10:90	09:40	5575.000	334500.000	0.141	334500.000	0.224	335400.000	0.299	336000.000	0.233
	14:05	5840.000	350400.000	0.165	350400.000	0.240	351300.000	0.265	351900.000	0.270
16:10:90	10:40	8515.000	510900.000	0.160	510900.000	0.220	511800.000	0.262	512400.000	0.252
	17:50	8945.000	536700.000	0.175	536700.000	0.224	537600.000	0.265	538200.000	0.254
17:10:90	10:05	9920.000	595200.000	0.175	595200.000	0.224	596100.000	0.263	596700.000	0.253
	17:20	10355.000	621300.000	0.187	621300.000	0.225	622200.000	0.264	622800.000	0.254
18:10:90	10:25	11380.000	682800.000	0.143	682800.000	0.215	683700.000	0.259	684300.000	0.245
	17:25	11800.000	708000.000	0.153	708000.000	0.224	708900.000	0.267	709500.000	0.254
19:10:90	17:00	13215.000	792900.000	0.270	792900.000	0.226	793800.000	0.269	794400.000	0.254
20:10:90	10:07	14242.000	854520.000	0.278	854520.000	0.223	855420.000	0.264	856020.000	0.255
21:10:90	10:23	15698.000	941880.000	0.274	941880.000	0.223	942780.000	0.269	943380.000	0.261

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAHUAC-CHALCO

ESTACION K

HORA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO		PIEZOMETRO		PIEZOMETRO		PIEZOMETRO	
				No. 1	SEGUNDOS	No. 2	SEGUNDOS	No. 3	SEGUNDOS	No. 4	SEGUNDOS
09:10:00	12:00	0.000	0.000	1.660						0.000	4.013
	12:15	15.000	900.000	1.525	0.000	2.834	0.000	3.172	900.000	3.766	
	12:30	30.000	1800.000	1.340	900.000	2.695	900.000	2.450	1800.000	3.643	
	12:45	45.000	2700.000	1.210	1800.000	2.595	1800.000	2.075	2700.000	3.396	
	13:00	60.000	3600.000	1.100	2700.000	2.530	2700.000	1.590	3600.000	3.204	
	13:15	75.000	4500.000	0.960	3600.000	2.485	3600.000	1.400	4500.000	3.053	
	13:30	90.000	5400.000	0.905	4500.000	2.410	4500.000	1.145	5400.000	2.925	
	13:45	105.000	6300.000	0.841	5400.000	2.325	5400.000	1.040	6300.000	2.745	
	14:00	120.000	7200.000	0.765	6300.000	2.320	6300.000	0.886	7200.000	2.615	
	14:15	135.000	8100.000	0.692	7200.000	2.278	7200.000	0.805	8100.000	2.520	
	14:30	150.000	9000.000	0.646	8100.000	2.222	8100.000	0.730	9000.000	2.386	
	14:45	165.000	9900.000	0.598	9000.000	2.198	9000.000	0.665	9900.000	2.316	
	15:00	180.000	10800.000	0.575	9900.000	2.166	9900.000	0.610	10800.000	2.219	
	15:20	200.000	11700.000	0.529	10800.000	2.105	10800.000	0.556	11700.000	2.100	
	15:30	210.000	12600.000	0.495	11700.000	2.081	11700.000	0.525	12600.000	2.123	
	15:45	225.000	13500.000	0.465	12600.000	2.030	12600.000	0.490	13500.000	2.020	
	16:00	240.000	14400.000	0.432	13500.000	1.980	13500.000	0.490	14400.000	1.950	
	16:15	255.000	15300.000	0.467	14400.000	1.967	14400.000	0.457	15300.000	1.860	
	16:30	270.000	16200.000	0.396	15300.000	1.930	15300.000	0.440	16200.000	1.785	
	16:45	285.000	17100.000	0.376	16200.000	1.902	16200.000	0.439	18000.000	1.664	
	17:00	300.000	18000.000	0.345	17100.000	1.875	17100.000	0.433	18900.000	1.582	
	17:15	315.000	18900.000	0.322	18000.000	1.802	18000.000	0.420	19800.000	1.520	
	17:30	330.000	19800.000	0.308	18900.000	1.794	18900.000	0.417	20700.000	1.471	
	17:45	345.000	20700.000	0.300	19800.000	1.766	19800.000	0.417	21600.000	1.414	
	18:00	360.000	21600.000	0.285	20700.000	1.743	19200.000	0.387	81300.000	0.430	
10:10:00	10:35	1355.000	81300.000	0.143	80400.000	0.715	86400.000	0.391	93600.000	0.415	
	12:35	1475.000	88500.000	0.117	87600.000	0.816	93300.000	0.330	102900.000	0.414	
	14:30	1590.000	95400.000	0.132	94500.000	0.547	100500.000	0.315	107400.000	0.400	
	16:30	1710.000	102600.000	0.125	101700.000	0.513	104100.000	0.315	169500.000	0.402	
	17:30	1770.000	106200.000	0.123	105300.000	0.480	165600.000	0.390	176700.000	0.220	
11:10:00	10:30	2790.000	167400.000	0.150	166800.000	0.340	187200.000	0.398	190500.000	0.406	
	16:35	3155.000	189300.000	0.169	188400.000	0.390	191700.000	0.395	252300.000	0.381	
	17:50	3230.000	193800.000	0.145	192900.000	0.305	253800.000	0.395	276300.000	0.372	
12:10:00	11:05	4265.000	255900.000	0.160	255000.000	0.275	261000.000	0.533	336900.000	0.389	
	16:55	4615.000	276900.000	0.159	262200.000	0.311	274800.000	0.385	353400.000	0.380	
13:10:00	10:05	5645.000	338700.000	0.154	276000.000	0.259	336600.000	0.393	513900.000	0.370	
	16:45	6045.000	362700.000	0.150	337800.000	0.270	360600.000	0.390	538800.000	0.377	
14:10:00	09:35	7055.000	423300.000	0.173	361800.000	0.250	421200.000	0.410	597900.000	0.370	
	14:10	7330.000	439800.000	0.170	422400.000	0.250	437700.000	0.400	624000.000	0.370	
16:10:00	10:45	10005.000	600300.000	0.172	438900.000	0.200	598200.000	0.393	686100.000	0.379	
	17:40	10420.000	625200.000	0.170	599400.000	0.244	623100.000	0.389	711300.000	0.372	
17:10:00	10:05	11405.000	684300.000	0.171	624300.000	0.250	682200.000	0.383	795900.000	0.380	
	17:20	11840.000	710400.000	0.179	683400.000	0.242	708300.000	0.381	879000.000	0.378	
18:10:00	10:35	12875.000	772500.000	0.162	709500.000	0.242	770400.000	0.376	945000.000	0.376	
	17:35	13295.000	797700.000	0.167	771600.000	0.243	795600.000	0.386	1298400.000	0.384	
19:10:00	17:05	14705.000	882300.000	0.174	796800.000	0.243	880200.000	0.383	1815300.000	0.377	
20:10:00	16:10	16090.000	965400.000	0.183	881400.000	0.245	963300.000	0.385	2496300.000	0.385	
21:10:00	10:30	17190.000	1031400.000	0.178	964500.000	0.252	1029300.000	0.387	3104700.000	0.395	
25:10:00	12:40	23080.000	1384800.000	0.168	1050500.000	0.256	1382700.000	0.401	3795600.000	0.406	

## K

31:10:90	12:15	31695.000	1901700.000	0.211	1383900.000	0.255	1899600.000	0.387	4317000.000	0.418
08:11:90	09:25	43045.000	2582700.000	0.320	1900800.000	0.263	2580600.000	0.391		
15:11:90	10:25	53185.000	3191100.000	0.403	2581800.000	0.317	3189000.000	0.402		
23:11:90	10:20	64700.000	3882000.000	0.467	3190200.000	0.356	3879900.000	0.413		
29:11:90	11:10	73390.000	4403400.000	0.510	3881100.000	0.398	4401300.000	0.429		
					4402500.000	0.426				

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TILAHUAC-CHALC CHALCO

ESTACION 1.

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO No. 1	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO No. 2	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO No. 3	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO No. 4
11:10:90	11:15									
	11:20	0.000	0.000	1.720	300.000	2.753	0.000	3.940	0.000	4.400
	11:30	10.000	600.000	1.600	900.000	2.691	900.000	3.935	900.000	4.270
	11:45	25.000	1500.000	1.560	1800.000	2.706	1800.000	3.870	1800.000	4.250
	12:00	40.000	2400.000	1.500	2700.000	2.601	2700.000	3.870	2700.000	4.170
	12:15	55.000	3300.000	1.420	3600.000	2.546	3600.000	3.820	3600.000	4.130
	12:30	70.000	4200.000	1.340	4500.000	2.471	4500.000	3.805	4500.000	4.054
	12:45	85.000	5100.000	1.300	5400.000	2.461	5400.000	3.780	5400.000	4.000
	13:00	100.000	6000.000	1.250	6300.000	2.396	6300.000	3.735	6300.000	3.930
	13:15	115.000	6900.000	1.205	7200.000	2.356	7200.000	3.730	7200.000	3.890
	13:30	130.000	7800.000	1.160	8100.000	2.306	8100.000	3.720	8100.000	3.840
	13:45	145.000	8700.000	1.125	9000.000	2.291	9000.000	3.700	9000.000	3.795
	14:00	160.000	9600.000	1.085	9900.000	2.256	9900.000	3.685	9900.000	3.745
	14:15	175.000	10500.000	1.030	10800.000	2.221	10800.000	3.665	10800.000	3.700
	14:30	190.000	11400.000	1.010	11700.000	2.186	11700.000	3.645	11700.000	3.640
	14:45	205.000	12300.000	0.970	12600.000	2.166	12600.000	3.635	12600.000	3.600
	16:15	295.000	17700.000	0.795	18000.000	1.988	18000.000	3.532	18000.000	3.337
	17:25	365.000	21900.000	0.690	22200.000	1.660	22200.000	3.460	22200.000	3.140
	17:40	380.000	22800.000	0.670	23100.000	1.836	23100.000	3.440	23100.000	3.160
	18:00	400.000	24000.000	0.640	24300.000	1.801	24300.000	3.420	24300.000	3.030
12:10:90	11:30	1450.000	87000.000	0.197	87300.000	0.873	87300.000	2.495	87300.000	1.365
	12:40	1520.000	91200.000	0.190	91500.000	0.823	91500.000	2.450	91500.000	1.265
	15:00	1660.000	99600.000	0.214	99900.000	0.805	99900.000	2.401	99900.000	1.256
	16:50	1760.000	105600.000	0.182	106500.000	0.739	106500.000	2.280	106500.000	1.082
13:10:90	10:10	2810.000	168600.000	0.201	168900.000	0.497	168900.000	1.736	168900.000	0.235
	16:50	3210.000	192600.000	0.170	192900.000	0.421	192900.000	1.580	192900.000	0.555
14:10:90	09:30	4210.000	252600.000	0.160	252900.000	0.341	252900.000	1.220	252900.000	0.440
	14:15	4495.000	269700.000	0.160	270000.000	0.341	270000.000	1.155	270000.000	0.440
16:10:90	10:50	7170.000	430200.000	0.162	430500.000	0.265	430500.000	0.633	430500.000	0.355
	17:40	7580.000	454800.000	0.178	455100.000	0.256	455100.000	0.596	455100.000	0.359
17:10:90	10:10	8570.000	514200.000	0.170	514500.000	0.243	514500.000	0.497	514500.000	0.342
	17:30	9010.000	540600.000	0.171	540900.000	0.243	540900.000	0.469	540900.000	0.342
18:10:90	10:40	10040.000	602400.000	0.164	602700.000	0.240	602700.000	0.462	602700.000	0.334
	17:40	10460.000	627600.000	0.170	627900.000	0.238	627900.000	0.395	627900.000	0.341
19:10:90	17:10	11870.000	712200.000	0.172	712500.000	0.238	712500.000	0.356	712500.000	0.343
20:10:90	16:15	13255.000	795300.000	0.183	795600.000	0.234	795600.000	0.333	795600.000	0.351
21:10:90	10:35	14355.000	861300.000	0.178	861600.000	0.236	861600.000	0.320	861600.000	0.354
25:10:90	12:45	20245.000	1214700.000	0.197	1215000.000	0.248	1215000.000	0.312	1215000.000	0.356
10:10:90	12:20	28860.000	1731600.000	0.210	1731900.000	0.240	1731900.000	0.301	1731900.000	0.355
11:90	09:30	40210.000	2412600.000	0.222	2412900.000	0.259	2412900.000	0.306	2412900.000	0.367
11:90	10:25	50345.000	3020700.000	0.410	3021000.000	0.278	3021000.000	0.320	3021000.000	0.393
11:90	10:25	61865.000	3711900.000	0.481	3712200.000	0.318	3712200.000	0.343	3712200.000	0.400
11:90	11:15	70555.000	4233300.000	0.512	4233600.000	0.349	4233600.000	0.379	4233600.000	0.414



DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLAMUAC-CHALCO

ESTACION M

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO		PIEZOMETRO		PIEZOMETRO		PIEZOMETRO	
				No. 1	SEGUNDOS	No. 2	SEGUNDOS	No. 3	SEGUNDOS	No. 4	SEGUNDOS
11:10:90	12:10	0.000	0.000	1.325	0.000	2.654	0.000	3.210	0.000	4.400	
	12:25	15.000	900.000	1.250	900.000	2.635	900.000	2.915	900.000	4.305	
	12:40	30.000	1800.000	0.950	1800.000	2.615	1800.000	2.655	1800.000	4.060	
	12:55	45.000	2700.000	0.780	2700.000	2.344	2700.000	2.422	2700.000	4.103	
	13:10	60.000	3600.000	0.456	3600.000	2.264	3600.000	2.076	3600.000	4.140	
	13:25	75.000	4500.000	0.426	4500.000	2.256	4500.000	1.931	4500.000	3.930	
	13:40	90.000	5400.000	0.420	5400.000	2.250	5400.000	1.610	5400.000	3.937	
	13:55	105.000	6300.000	0.390	6300.000	2.090	6300.000	1.600	6300.000	3.924	
	14:10	120.000	7200.000	0.350	7200.000	2.050	7200.000	1.465	7200.000	3.905	
	14:25	135.000	8100.000	0.278	8100.000	2.120	8100.000	1.395	8100.000	3.670	
	14:40	150.000	9000.000	0.270	9000.000	2.070	9000.000	1.253	9000.000	3.660	
	16:25	255.000	15300.000	0.184	15300.000	1.797	15300.000	0.700	15300.000	3.535	
	17:25	315.000	18900.000	0.156	18900.000	1.650	18900.000	0.520	18900.000	3.305	
	17:40	330.000	19800.000	0.145	19800.000	1.624	19800.000	0.510	19800.000	3.294	
	17:50	340.000	20400.000	0.139	20400.000	1.595	20400.000	0.464	20400.000	3.220	
12:10:90	10:45	1355.000	81300.000	0.140	81300.000	0.580	81300.000	0.210	81300.000	1.630	
	12:55	1485.000	89100.000	0.127	89100.000	0.506	89100.000	0.207	89100.000	1.515	
	14:10	1560.000	93600.000	0.133	93600.000	0.495	93600.000	0.214	93600.000	1.419	
	16:45	1715.000	102900.000	0.133	102900.000	0.446	102900.000	0.216	102900.000	1.308	
13:10:90	09:55	2745.000	164700.000	0.150	164700.000	0.297	164700.000	0.225	164700.000	0.684	
	16:30	3140.000	188400.000	0.125	188400.000	0.250	188400.000	0.188	188400.000	0.524	
14:10:90	09:47	4177.000	250620.000	0.105	250620.000	0.225	250620.000	0.223	250620.000	0.380	
	14:00	4430.000	265800.000	0.140	265800.000	0.220	265800.000	0.218	265800.000	0.350	
16:10:90	10:50	7120.000	427200.000	0.137	427200.000	0.207	427200.000	0.220	427200.000	0.217	
	17:55	7545.000	452700.000	0.156	452700.000	0.199	452700.000	0.199	452700.000	0.205	
17:10:90	09:55	8505.000	510300.000	0.151	510300.000	0.196	510300.000	0.195	510300.000	0.190	
	17:20	8950.000	537000.000	0.152	537000.000	0.190	537000.000	0.190	537000.000	0.187	
18:10:90	10:20	9970.000	598200.000	0.144	598200.000	0.187	598200.000	0.195	598200.000	0.196	
	17:25	10395.000	623700.000	0.139	623700.000	0.191	623700.000	0.190	623700.000	0.190	
19:10:90	17:00	11810.000	708600.000	0.157	708600.000	0.191	708600.000	0.209	708600.000	0.189	
20:10:90	16:00	11310.000	791400.000	0.168	791400.000	0.198	791400.000	0.203	791400.000	0.189	
21:10:90	10:18	14288.000	857280.000	0.165	857280.000	0.195	857280.000	0.201	857280.000	0.188	
25:10:90	12:30	20180.000	1210800.000	0.181	1210800.000	0.217	1210800.000	0.221	1210800.000	0.202	
31:10:90	12:05	28795.000	1727700.000	0.200	1727700.000	0.196	1727700.000	0.196	1727700.000	0.183	

DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TIANJAC-CHALCO

ESTACION N

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMETRO		PIEZOMETRO		PIEZOMETRO		PIEZOMETRO	
				No. 1	SEGUNDOS	No. 2	SEGUNDOS	No. 3	SEGUNDOS	No. 4	
12:10:90	12:15	0.000	0.000	1.750	0.000	2.620	0.000	3.293	0.000	3.811	
	12:30	15.000	900.000	1.669	900.000	2.425	900.000	2.872	900.000	3.529	
	12:45	30.000	1800.000	1.620	1800.000	2.326	1800.000	2.674	1800.000	3.391	
	13:00	45.000	2700.000	1.595	2700.000	2.228	2700.000	2.548	2700.000	3.264	
	13:15	60.000	3600.000	1.513	3600.000	2.108	3600.000	2.325	3600.000	3.114	
	13:30	75.000	4500.000	1.487	4500.000	2.057	4500.000	2.257	4500.000	3.035	
	13:45	90.000	5400.000	1.465	5400.000	1.991	5400.000	2.128	5400.000	2.925	
	14:00	105.000	6300.000	1.400	6300.000	1.912	6300.000	2.032	6300.000	2.820	
	15:10	175.000	10500.000	1.308	10500.000	1.622	10500.000	1.500	10500.000	2.386	
	15:25	190.000	11400.000	1.287	11400.000	1.545	11400.000	1.444	11400.000	2.236	
	15:40	205.000	12300.000	1.264	12300.000	1.478	12300.000	1.308	12300.000	2.182	
	15:55	220.000	13200.000	1.211	13200.000	1.423	13200.000	1.211	13200.000	2.086	
	16:10	235.000	14100.000	1.189	14100.000	1.375	14100.000	1.160	14100.000	2.056	
	16:30	255.000	15300.000	1.700	15300.000	1.233	15300.000	1.058	15300.000	1.907	
13:10:90	09:50	1295.000	77700.000	0.360	77700.000	0.260	77700.000	0.181	77700.000	0.324	
	11:50	1415.000	84900.000	0.355	84900.000	0.254	84900.000	0.190	84900.000	0.280	
	14:10	1555.000	93300.000	0.335	93300.000	0.250	93300.000	0.172	93300.000	0.262	
	16:25	1690.000	101400.000	0.295	101400.000	0.215	101400.000	0.185	101400.000	0.260	
14:10:90	09:50	2735.000	164100.000	0.168	164100.000	0.163	164100.000	0.116	164100.000	0.190	
	14:00	2965.000	179100.000	0.161	179100.000	0.159	179100.000	0.143	179100.000	0.184	
16:10:90	10:35	5660.000	339600.000	0.149	339600.000	0.154	339600.000	0.149	339600.000	0.179	
	18:00	6105.000	366300.000	0.151	366300.000	0.160	366300.000	0.155	366300.000	0.182	
17:10:90	09:50	7055.000	423300.000	0.154	423300.000	0.154	423300.000	0.154	423300.000	0.181	
	17:15	7500.000	450000.000	0.153	450000.000	0.154	450000.000	0.149	450000.000	0.179	
18:10:90	10:15	8520.000	511200.000	0.155	511200.000	0.155	511200.000	0.150	511200.000	0.175	
	17:20	8945.000	536700.000	0.145	536700.000	0.159	536700.000	0.148	536700.000	0.176	
19:10:90	16:55	10360.000	621600.000	0.148	621600.000	0.160	621600.000	0.150	621600.000	0.182	
20:10:90	15:55	11740.000	704400.000	0.153	704400.000	0.165	704400.000	0.156	704400.000	0.183	
21:10:90	10:12	112837.000	770220.000	0.150	770220.000	0.169	770220.000	0.161	770220.000	0.185	
25:10:90	12:25	18730.000	1123800.000	0.173	1123800.000	0.181	1123800.000	0.166	1123800.000	0.202	
31:10:90	12:05	27350.000	1641000.000	0.195	1641000.000	0.183	1641000.000	0.164	1641000.000	0.192	
08:11:90	09:15	138700.000	2322000.000	0.285	2322000.000	0.225	2322000.000	0.186	2322000.000	0.212	
15:11:90	10:15	148840.000	2930400.000	0.361	2930400.000	0.254	2930400.000	0.195	2930400.000	0.221	
23:11:90	10:10	160355.000	3621300.000	0.417	3621300.000	0.303	3621300.000	0.227	3621300.000	0.247	
29:11:90	11:05	169050.000	4143000.000	0.447	4143000.000	0.330	4143000.000	0.247	4143000.000	0.271	

## DATOS DE ESTACIONES PIEZOMETRICAS DEL PROYECTO TLANAC-CHALCO

## ESTACION 2

FECHA	HORA	DIF. EN MINUTOS	ESTACION 2			DIF. EN MINUTOS	ESTACION 2		
			TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMET. No. 1	TIEMPO EN SEGUNDOS		PIEZOMET. No. 2	TIEMPO EN SEGUNDOS	PIEZOMET. No. 3
19:10:90	10:30	0.000	0.000	1.654	0.000	0.854	0.000	3.655	
	10:45	15.000	900.000	1.512	900.000	0.738	900.000	3.547	
	11:00	30.000	1800.000	1.410	1800.000	0.715	1800.000	3.441	
	11:15	45.000	2700.000	1.307	2700.000	0.701	2700.000	3.332	
	11:30	60.000	3600.000	1.242	3600.000	0.698	3600.000	3.245	
	11:45	75.000	4500.000	1.188	4500.000	0.701	4500.000	3.160	
	12:00	90.000	5400.000	1.130	5400.000	0.701	5400.000	3.073	
	12:15	105.000	6300.000	1.081	6300.000	0.701	6300.000	2.991	
	12:30	120.000	7200.000	1.055	7200.000	0.701	7200.000	2.922	
	12:45	135.000	8100.000	1.015	8100.000	0.698	8100.000	2.856	
	13:00	150.000	9000.000	0.994	9000.000	0.699	9000.000	2.781	
	13:15	165.000	9900.000	0.963	9900.000	0.699	9900.000	2.716	
	13:30	180.000	10800.000	0.945	10800.000	0.699	10800.000	2.643	
	14:45	255.000	15300.000	0.870	15300.000	0.697	15300.000	2.386	
	15:00	270.000	16200.000	0.853	16200.000	0.695	16200.000	2.319	
	15:15	285.000	17100.000	0.847	17100.000	0.695	17100.000	2.261	
	15:30	300.000	18000.000	0.840	18000.000	0.695	18000.000	2.216	
15:45	315.000	18900.000	0.840	18900.000	0.695	18900.000	2.162		
16:15	345.000	20700.000	0.806	20700.000	0.696	20700.000	2.085		
16:30	360.000	21600.000	0.804	21600.000	0.690	21600.000	2.047		
20:10:90	08:30	1320.000	79200.000	0.732	79200.000	0.692	79200.000	0.866	
	11:00	1470.000	88200.000	0.733	88200.000	0.695	88200.000	0.819	
	14:15	1665.000	99900.000	0.732	99900.000	0.694	99900.000	0.782	
21:10:90	16:35	1805.000	108300.000	0.732	108300.000	0.690	108300.000	0.758	
	09:45	2835.000	170100.000	0.735	170100.000	0.693	170100.000	0.696	
25:10:90	10:20	8630.000	517800.000	0.770	517800.000	0.711	517800.000	0.708	
31:10:90	12:40	17410.000	1044600.000	0.779	1044600.000	0.723	1044600.000	0.714	
08:11:90	09:45	28755.000	1725300.000	0.894	1725300.000	0.814	1725300.000	0.795	
15:11:90	10:40	38890.000	2333400.000	0.927	2333400.000	0.849	2333400.000	0.839	
08:11:90	09:35	50345.000	3020700.000	0.887	3020700.000	0.810	3020700.000	0.815	

## **ANEXO N.2**

Tableau des fonctions

Table des fonctions																							
n	m	K <sub>n</sub> (x) = K <sub>n</sub> (x, 0)				K <sub>n</sub> (x, 1)				W <sub>n</sub> (x) = W <sub>n</sub> (x, 0)													
		x	0	1	∞	x	0	1	∞	x	0	1	∞										
0.010	1.0101	4.7212	4.7467	4.8779	4.8787	0.200	1.0218	2.9129	3.1142	2.9913	2.9171	0.200	1.2314	2.3277	2.4106	1.2277	1.0734	0.900	2.0138	0.6691	1.3381	0.7730	0.7128
0.011	1.0111	4.8780	4.8771	5.0134	5.0074	0.201	1.0270	2.9163	3.0999	3.2797	2.8238	0.210	1.2317	1.9782	2.1949	1.8124	1.4793	0.710	1.8748	0.6991	1.5223	0.8468	0.7481
0.012	1.0121	4.9734	4.9734	5.0734	5.0704	0.202	1.0326	2.9203	3.0816	3.2665	2.7972	0.220	1.2321	1.8776	2.1079	1.6374	1.4173	0.610	1.7804	0.6904	1.5147	0.9191	0.7794
0.013	1.0131	5.0734	5.0734	5.1134	5.1134	0.203	1.0384	2.9244	3.0718	3.2542	2.7704	0.230	1.2326	1.8190	2.0190	1.5094	1.3200	0.510	1.7073	0.6810	1.5072	0.9732	0.8120
0.014	1.0141	5.1809	5.1809	5.1704	5.1704	0.204	1.0444	2.9288	3.0584	3.2432	2.7440	0.240	1.2331	1.7390	1.9284	1.4713	1.2401	0.410	1.6599	0.6720	1.4998	1.0147	0.8470
0.015	1.0151	5.2934	5.2934	5.2374	5.2374	0.205	1.0504	2.9334	3.0416	3.2332	2.7190	0.250	1.2336	1.6515	1.8393	1.3943	1.1600	0.310	1.6190	0.6630	1.4924	1.0463	0.8820
0.016	1.0161	5.4111	5.4111	5.3714	5.3714	0.206	1.0564	2.9382	3.0218	3.2242	2.6940	0.260	1.2341	1.5715	1.7593	1.3243	1.0800	0.210	1.5873	0.6540	1.4850	1.0779	0.9170
0.017	1.0171	5.5337	5.5337	5.5114	5.5114	0.207	1.0624	2.9432	3.0000	3.2162	2.6790	0.270	1.2346	1.4947	1.6813	1.2543	1.0000	0.110	1.5637	0.6450	1.4776	1.1090	0.9500
0.018	1.0181	5.6611	5.6611	5.6414	5.6414	0.208	1.0684	2.9482	2.9782	3.2092	2.6640	0.280	1.2351	1.4247	1.6043	1.1843	0.9200	0.010	1.5473	0.6360	1.4702	1.1411	0.9830
0.019	1.0191	5.7937	5.7937	5.7809	5.7809	0.209	1.0744	2.9532	2.9564	3.2032	2.6490	0.290	1.2356	1.3628	1.5293	1.1143	0.8400	0.000	1.5364	0.6270	1.4628	1.1732	1.0160
0.020	1.0202	5.9309	5.9309	5.9242	5.9242	0.210	1.0772	2.9578	2.9344	3.2000	2.6340	0.300	1.2361	1.3079	1.4543	1.0443	0.7600	0.000	1.5299	0.6180	1.4554	1.2053	1.0490
0.021	1.0211	6.0734	6.0734	6.0674	6.0674	0.211	1.0816	2.9624	2.9126	3.1968	2.6190	0.310	1.2366	1.2584	1.3894	0.9743	0.6800	0.000	1.5249	0.6090	1.4480	1.2374	1.0820
0.022	1.0221	6.2211	6.2211	6.2164	6.2164	0.212	1.0862	2.9672	2.8914	3.1936	2.6040	0.320	1.2371	1.2147	1.3245	0.9043	0.6000	0.000	1.5203	0.6000	1.4410	1.2695	1.1150
0.023	1.0231	6.3734	6.3734	6.3694	6.3694	0.213	1.0910	2.9722	2.8706	3.1904	2.5890	0.330	1.2376	1.1768	1.2596	0.8343	0.5200	0.000	1.5161	0.5910	1.4340	1.3016	1.1480
0.024	1.0241	6.5309	6.5309	6.5274	6.5274	0.214	1.0960	2.9774	2.8502	3.1872	2.5740	0.340	1.2381	1.1439	1.1947	0.7643	0.4400	0.000	1.5123	0.5820	1.4270	1.3337	1.1810
0.025	1.0251	6.6934	6.6934	6.6904	6.6904	0.215	1.1010	2.9826	2.8302	3.1840	2.5590	0.350	1.2386	1.1160	1.1498	0.6943	0.3600	0.000	1.5089	0.5730	1.4200	1.3658	1.2140
0.026	1.0261	6.8611	6.8611	6.8584	6.8584	0.216	1.1062	2.9880	2.8106	3.1808	2.5440	0.360	1.2391	1.0931	1.1149	0.6443	0.2800	0.000	1.5059	0.5640	1.4130	1.3979	1.2470
0.027	1.0271	7.0337	7.0337	7.0314	7.0314	0.217	1.1116	2.9936	2.7914	3.1776	2.5290	0.370	1.2396	1.0742	1.0800	0.6043	0.2000	0.000	1.5033	0.5550	1.4060	1.4300	1.2800
0.028	1.0281	7.2111	7.2111	7.2094	7.2094	0.218	1.1172	2.9994	2.7726	3.1744	2.5140	0.380	1.2401	1.0593	1.0451	0.5643	0.1200	0.000	1.5011	0.5460	1.4000	1.4621	1.3130
0.029	1.0291	7.3934	7.3934	7.3924	7.3924	0.219	1.1230	3.0054	2.7542	3.1712	2.4990	0.390	1.2406	1.0484	1.0102	0.5243	0.0400	0.000	1.4993	0.5370	1.3940	1.4942	1.3460
0.030	1.0302	7.5809	7.5809	7.5804	7.5804	0.220	1.1290	3.0116	2.7362	3.1680	2.4840	0.400	1.2411	1.0415	0.9753	0.4843	0.000	1.4979	0.5280	1.3880	1.5263	1.3790	
0.031	1.0311	7.7734	7.7734	7.7734	7.7734	0.221	1.1352	3.0180	2.7186	3.1648	2.4690	0.410	1.2416	1.0386	0.9404	0.4443	0.000	1.4969	0.5190	1.3820	1.5584	1.4120	
0.032	1.0321	7.9709	7.9709	7.9709	7.9709	0.222	1.1416	3.0246	2.7014	3.1616	2.4540	0.420	1.2421	1.0397	0.9065	0.4043	0.000	1.4961	0.5100	1.3760	1.5905	1.4450	
0.033	1.0331	8.1734	8.1734	8.1734	8.1734	0.223	1.1482	3.0314	2.6846	3.1584	2.4390	0.430	1.2426	1.0438	0.8726	0.3643	0.000	1.4955	0.5010	1.3700	1.6226	1.4780	
0.034	1.0341	8.3809	8.3809	8.3809	8.3809	0.224	1.1550	3.0384	2.6682	3.1552	2.4240	0.440	1.2431	1.0509	0.8407	0.3243	0.000	1.4951	0.4920	1.3640	1.6547	1.5110	
0.035	1.0351	8.5934	8.5934	8.5934	8.5934	0.225	1.1620	3.0456	2.6522	3.1520	2.4090	0.450	1.2436	1.0610	0.8098	0.2843	0.000	1.4949	0.4830	1.3580	1.6868	1.5440	
0.036	1.0361	8.8111	8.8111	8.8111	8.8111	0.226	1.1692	3.0530	2.6364	3.1488	2.3940	0.460	1.2441	1.0741	0.7799	0.2443	0.000	1.4949	0.4740	1.3520	1.7189	1.5770	
0.037	1.0371	9.0337	9.0337	9.0337	9.0337	0.227	1.1766	3.0606	2.6210	3.1456	2.3790	0.470	1.2446	1.0902	0.7500	0.2043	0.000	1.4951	0.4650	1.3460	1.7510	1.6090	
0.038	1.0381	9.2611	9.2611	9.2611	9.2611	0.228	1.1842	3.0684	2.6060	3.1424	2.3640	0.480	1.2451	1.1093	0.7201	0.1643	0.000	1.4955	0.4560	1.3400	1.7831	1.6410	
0.039	1.0391	9.4934	9.4934	9.4934	9.4934	0.229	1.1920	3.0764	2.5914	3.1392	2.3490	0.490	1.2456	1.1314	0.6902	0.1243	0.000	1.4961	0.4470	1.3340	1.8152	1.6730	
0.040	1.0402	9.7309	9.7309	9.7309	9.7309	0.230	1.2000	3.0846	2.5772	3.1360	2.3340	0.500	1.2461	1.1575	0.6601	0.0843	0.000	1.4969	0.4380	1.3280	1.8473	1.7040	
0.041	1.0411	9.9734	9.9734	9.9734	9.9734	0.231	1.2082	3.0930	2.5634	3.1328	2.3190	0.510	1.2466	1.1876	0.6300	0.0443	0.000	1.4979	0.4290	1.3220	1.8794	1.7360	
0.042	1.0421	10.2211	10.2211	10.2211	10.2211	0.232	1.2166	3.1016	2.5500	3.1296	2.3040	0.520	1.2471	1.2217	0.6000	0.0043	0.000	1.4991	0.4200	1.3160	1.9115	1.7680	
0.043	1.0431	10.4734	10.4734	10.4734	10.4734	0.233	1.2252	3.1100	2.5370	3.1264	2.2890	0.530	1.2476	1.2600	0.5700	0.000	1.4999	0.4110	1.3100	1.9436	1.8000		
0.044	1.0441	10.7309	10.7309	10.7309	10.7309	0.234	1.2340	3.1190	2.5244	3.1232	2.2740	0.540	1.2481	1.3035	0.5400	0.000	1.5009	0.4020	1.3040	1.9757	1.8320		
0.045	1.0451	11.0934	11.0934	11.0934	11.0934	0.235	1.2430	3.1286	2.5122	3.1200	2.2590	0.550	1.2486	1.3526	0.5100	0.000	1.5021	0.3930	1.2980	2.0078	1.8640		
0.046	1.0461	11.4611	11.4611	11.4611	11.4611	0.236	1.2522	3.1388	2.5004	3.1168	2.2440	0.560	1.2491	1.4073	0.4800	0.000	1.5033	0.3840	1.2920	2.0399	1.8960		
0.047	1.0471	11.8337	11.8337	11.8337	11.8337	0.237	1.2616	3.1496	2.4890	3.1136	2.2290	0.570	1.2496	1.4686	0.4500	0.000	1.5045	0.3750	1.2860	2.0720	1.9280		
0.048	1.0481	12.2111	12.2111	12.2111	12.2111	0.238	1.2712	3.1610	2.4780	3.1104	2.2140	0.580	1.2501	1.5365	0.4200	0.000	1.5057	0.3660	1.2800	2.1041	1.9600		
0.049	1.0491	12.5934	12.5934	12.5934	12.5934	0.239	1.2810	3.1730	2.4674	3.1072	2.1990	0.590	1.2506	1.6110	0.3900	0.000	1.5069	0.3570	1.2740	2.1362	1.9920		
0.050	1.0502	13.0809	13.0809	13.0809	13.0809	0.240	1.2910	3.1856	2.4572	3.1040	2.1840	0.600	1.2511	1.6931	0.3600	0.000	1.5081	0.3480	1.2680	2.1683	2.0240		
0.051	1.0511	13.5734	13.5734	13.5734	13.5734	0.241	1.3012	3.1988	2.4474	3.1008	2.1690	0.610	1.2516	1.7836	0.3300	0.000	1.5093	0.3390	1.2620	2.2004	2.0560		
0.052	1.0521	14.0709	14.0709	14.0709	14.0709	0.242	1.3116	3.2126	2.4380	3.0976	2.1540	0.620	1.2521	1.8826	0.3000	0.000	1.5105	0.3300	1.2560	2.2325	2.0880		
0.053	1.0531	14.5734	14.5734	14.5734	14.5734	0.243	1.3222	3.2270	2.4290	3.0944	2.1390	0.630	1.2526	1.9901	0.2700	0.000	1.5117	0.3210	1.2500	2.2646	2.1200		
0.054	1.0541	15.0809	15.0809	15.0809	15.0809	0.244	1.3330	3.2420	2.4204	3.0912	2.1240	0.640	1.2531	2.1061	0.2400	0.000	1.5129	0.3120	1.2440	2.2967	2.1520		
0.055	1.0551	15.5934	15.5934	15.5934	15.5934	0.245	1.3440	3.2576	2.4122	3.0880	2.1090	0.650	1.2536	2.2306	0.2100	0.000	1.5141	0.3030	1.2380	2.3288	2.1840		
0.056	1.0561	16.1111	16.1111	16.1111	16.1111	0.246	1.3552	3.2738	2.4044	3.0848	2.0940	0.660	1.2541	2.3636	0.1800	0.000	1.5153	0.2940	1.2320	2.3609	2.2160		
0.057	1.0																						

# **ANEXO N.º 3**

DIMENSION ABS(100),ORDE(100),ABSL(100)  
CHARACTER FILEIN\*30,SN\*2,LABEL\*70

PENDIENTES

```
C
C-----LEE DATOS DE ENTRADA
C
WRITE(6,6000)
READ(5,5000) FILEIN
OPEN UNIT=7,FILE=FILEIN,ACCESS='SEQUENTIAL',STATUS='NEW'
WRITE(6,6006)
READ(5,5002)LABEL
WRITE(6,6001)
  I=0
  SN=' '
3000  IF (SN .EQ. '1')GOTO 3001
      I=I+1
      WRITE(6,6002)I
      READ(5,*)ABS(I)
      WRITE(6,6003)I
      READ(5,*)ORDE(I)
3002  WRITE(6,6004)
      READ(5,5001)SN
      IF (SN .NE. ' ' .AND. SN .NE. '1')GOTO 3002
      WRITE(6,6005)
      GOTO 3000
3001  NOBS=I
      SN='0'
3005  WRITE(6,6007)
      READ(5,5001)SN
      IF (SN .NE. '0' .AND. SN .NE. '1')GOTO 3005
3006  IF (SN .EQ. '0')GOTO 3003
      WRITE(6,6008)
      READ(5,*)I
      WRITE(6,6009)I,ABS(I),I,ORDE(I)
      WRITE(6,6002)I
      READ(5,*)ABS(I)
      WRITE(6,6003)I
      READ(5,*)ORDE(I)
3004  WRITE(6,6010)
      READ(5,5001)SN
      IF (SN .NE. '0' .AND. SN .NE. '1')GOTO 3004
      GOTO 3006
3003  CONTINUE
C
C-----EMPIEZA PROCESO DE CALCULO
C
X2SUM=0
XYSUM=0
XSUM=0
YSUM=0
DO 1001 I=1,NOBS
  ABSL(I)=ALOG10(ABS(I))
  X2SUM=X2SUM + ABSL(I)**2
  XYSUM=XYSUM + ABSL(I)*ORDE(I)
  XSUM=XSUM + ABSL(I)
  YSUM=YSUM + ORDE(I)
1001  CONTINUE
C
C-----CALCULA PENDIENTE Y ORDENADA AL ORIGEN
C
PI=4.*ATAN(1.0)
PENDM=(NOBS*XYSUM - XSUM*YSUM)/(NOBS*X2SUM - XSUM*XSUM)
ORDEO=(X2SUM*YSUM - XSUM*XYSUM)/(NOBS*X2SUM - XSUM*XSUM)
C
C-----IMPRIME RESULTADOS
```

C

```
WRITE(7,7000)
WRITE(7,7001)(I,ABS(I),ORDE(I),I=1,NOBS)
WRITE(7,7002)PENDM,ORDEO
WRITE(7,7003)LABEL
STOP
5000 FORMAT(A30)
5001 FORMAT(A2)
5002 FORMAT(A70)
6000 FORMAT(' DAME NOMBRE DEL ARCHIVO DE SALIDA= ', $)
6001 FORMAT(' SE CAPTURAN VALORES DE ENTRADA. ', /)
6002 FORMAT(' ABSCISA(' ,I3,' )', $)
6003 FORMAT(' ORDENADA(' ,I3,' )', $)
6004 FORMAT(' ¿HAY MAS DATOS ?', /,
  * ' PRESIONE RETURN PARA MAS', /,
  * ' 1=NO. TECLEE SU RESPUESTA: ', $)
6005 FORMAT(/)
6006 FORMAT(' DAME ETIQUETA DE IDENTIFICACION. ', $)
6007 FORMAT(' ¿HAY DATOS EQUIVOCADOS?', /,
  * ' 0= NO HAY 1=SI HAY. TECLEE SU RESPUESTA ', $)
6008 FORMAT(' DAME LA "I" DEL DATO EQUIVOCADO ', $)
6009 FORMAT(' ABSCISA(' ,I3,' )=' ,F12.5,3X,' ORDENADA(' ,I3,' )=' ,F12.5,
  * ' ', /)
6010 FORMAT(' ¿NO HAY OTRO DATO EQUIVOCADO?', /,
  * ' 0=NO 1=SI. TECLEE SU RESPUESTA ', $)
7000 FORMAT(I30,'DATOS DE ENTRADA', /,
  * T5,'I',10X,'ABSCISA',10X,'ORDENADA', /)
7001 FORMAT(I3,I3.5X,F12.5,7X,F12.5)
7002 FORMAT(/, /, T20,'PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA: ', /
  * T20,'PENDIENTE= ',F12.5,2X,'ORDENADA AL ORIGEN= ',F12.5)
7003 FORMAT(/,T10,A70)
END
```



DIMENSION GASTO(100),PROF(100),TIME(100);  
CHARACTER FILEIN\*30,SN\*2,LABEL\*70

# GASTOS

```
C
C-----LEE DATOS DE ENTRADA
C
      WRITE(6,6000)
      READ(5,5000) FILEIN
      OPEN(UNIT=7,FILE=FILEIN,ACCESS='SEQUENTIAL',STATUS='NEW')
      WRITE(6,6006)
      READ(5,5002)LABEL
      WRITE(6,6001)
      WRITE(6,6011)
      READ(5,*)AREA
      WRITE(6,6005)
      I=0
      SN=' '
3000  IF (SN .EQ. '1')GOTO 3001
      I=I+1
      WRITE(6,6002)I
      READ(5,*)PROF(I)
      WRITE(6,6003)I
3002  READ(5,*)TIME(I)
      WRITE(6,6004)
      READ(5,5001)SN
      IF(SN .NE. ' ' .AND. SN .NE. '1')GOTO 3002
      WRITE(6,6005)
      GOTO 3000
3001  NOBS=I
      SN='0'
3005  WRITE(6,6007)
      READ(5,5001)SN
      IF(SN .NE. '0' .AND. SN .NE. '1')GOTO 3005
3006  IF(SN .EQ. '0')GOTO 3003
      WRITE(6,6008)
      READ(5,*)I
      WRITE(6,6009)I,PROF(I),I,TIME(I)
      WRITE(6,6002)I
      READ(5,*)PROF(I)
      WRITE(6,6003)I
      READ(5,*)TIME(I)
3004  WRITE(6,6010)
      READ(5,5001)SN
      IF(SN .NE. '0' .AND. SN .NE. '1')GOTO 3004
      GOTO 3006
3003  CONTINUE
C
C-----EMPIEZA PROCESO DE CALCULO
C
      DO 1000 I=1,NOBS-1
      AUX=( PROF(I)-PROF(I+1) )/( TIME(I+1)+TIME(I) )
      GASTO(I)=AREA*AUX
1000  CONTINUE
C
C-----IMPRIME RESULTADOS
C
      WRITE(7,7000)AREA
      WRITE(7,7001)I,PROF(I),TIME(I),GASTO(I),I=1,NOBS-1
      WRITE(7,7002)NOBS,PROF(NOBS),TIME(NOBS)
      WRITE(7,7003)LABEL
      STOP
5000  FORMAT(A30)
5001  FORMAT(A2)
5002  FORMAT(A70)
5000  FORMAT(' DAME NOMBRE DEL ARCHIVO DE SALIDA= ',$.)
```

```

6001  FORMAT(, ' SE CAPTURAN VALORES DE ENTRADA. ',/)
6002  FORMAT(' PROFUNDIDAD('I3.')= ',.$)
6003  FORMAT(' TIEMPO('I3.')= ',.$)
6004  FORMAT(, ' ¿HAY MAS DATOS ?.',/,
        ' PRESIONE RETURN PARA MAS',/,
        ' 1=NO. TECLEE SU RESPUESTA: ',.$)
6005  FORMAT(,/)
6006  FORMAT(' DAME ETIQUETA DE IDENTIFICACION. ',.$)
6007  FORMAT(' ¿HAY DATOS EQUIVOCADOS?'./,
        ' 0= NO HAY 1=SI HAY. TECLEE SU RESPUESTA ',.$)
6008  FORMAT(, ' DAME LA "I" DEL DATO EQUIVOCADO ',.$)
6009  FORMAT(' PROFUNDIDAD('I3.')='F12.5,3X.' TIEMPO('I3.')='
        F12.5. ', ' ENTRA NUEVOS VALORES. ',/)
6010  FORMAT(' ¿NO HAY OTRO DATO EQUIVOCADO?'./,
        ' 0=NO 1=SI. TECLEE SU RESPUESTA ',.$)
6011  FORMAT(' DAME EL AREA DEL POZO= ',.$)
7000  FORMAT(T30,'DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS',/,/,
        T5,'AREA DEL POZO= ',E12.5,' METROS CUADRADO',/,/,
        T5,'I',10X,'PROFUNDIDAD',10X,'TIEMPO',15X,'GASTO',/)
7001  FORMAT(T3,I3,7X,F12.5,7X,F12.5,7X,E12.6)
7002  FORMAT(T3,I3,7X,F12.5,7X,F12.5)
7003  FORMAT(/,T10,A70)
      END

```

## **ANEXO N. 4**

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	13200.00000	-1.51600
2	14400.00000	-1.49000
3	15000.00000	-1.47500
4	15600.00000	-1.47000
5	16200.00000	-1.46000
6	16800.00000	-1.46000
7	17400.00000	-1.44500
8	19500.00000	-1.41300
9	21300.00000	-1.39000
10	22500.00000	-1.35300
11	87600.00000	-.70500
12	88200.00000	-.68900
13	89400.00000	-.67000
14	90000.00000	-.66000
15	96000.00000	-.66000
16	96600.00000	-.64500
17	99000.00000	-.63000
18	100260.00000	-.62000
19	101400.00000	-.62500
20	102600.00000	-.61000
21	103800.00000	-.59900
22	105000.00000	-.59700
23	108900.00000	-.57600
24	110400.00000	-.56100
25	111900.00000	-.55500
26	113700.00000	-.55100
27	115500.00000	-.53500
28	172200.00000	-.31100
29	173400.00000	-.28700
30	174600.00000	-.28700
31	176400.00000	-.28400

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= 1.09583 ORDENADA AL ORIGEN= -6.08577

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO A-1

DATOS DE ENTRADA  
ORDENADA

I	ABSCISA	
1	11400.00000	-1.07500
2	12300.00000	-1.04800
3	13200.00000	-1.01200
4	14100.00000	-.98000
5	15000.00000	-.95500
6	15900.00000	-.92900
7	16800.00000	-.90200
8	18000.00000	-.87800
9	18900.00000	-.84900
10	20100.00000	-.81800
11	21000.00000	-.78600
12	21900.00000	-.77000
13	22800.00000	-.74200
14	23700.00000	-.72500
15	24600.00000	-.71600
16	83700.00000	-.12600
17	87300.00000	-.08600

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= 1.11922 ORDENADA AL ORIGEN= -5.62732

FENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO B-1

## DATOS DE ENTRADA

I	ABSCISA	ORDENADA
1	10500.00000	-2.09000
2	11400.00000	-2.06000
3	12300.00000	-2.04000
4	13200.00000	-2.01000
5	13800.00000	-1.99500
6	14700.00000	-1.97500
7	15600.00000	-1.96000
8	16500.00000	-1.94000
9	17700.00000	-1.91000
10	18600.00000	-1.88000
11	19500.00000	-1.86000
12	20400.00000	-1.83500
13	21300.00000	-1.81000
14	22500.00000	-1.80000
15	23400.00000	-1.78500
16	24300.00000	-1.75000
17	25200.00000	-1.75000
18	82500.00000	-.90300
19	83700.00000	-.87800
20	84600.00000	-.86800
21	89400.00000	-.85700
22	97200.00000	-.78500
23	103800.00000	-.72800
24	111600.00000	-.65200
25	170700.00000	-.37400
26	196200.00000	-.30000
27	196200.00000	.30000

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= 1.57838 ORDENADA AL ORIGEN= -8.58968

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO E-2

## DATOS DE ENTRADA

1	ABSCISA	ORDENADA
1	5400.00000	-1.51800
2	6300.00000	-1.46500
3	7200.00000	-1.43400
4	8100.00000	-1.39100
5	9000.00000	-1.37400
6	9900.00000	-1.33900
7	10800.00000	-1.30000
8	11700.00000	-1.27300
9	12600.00000	-1.24600
10	13500.00000	-1.22600
11	14400.00000	-1.21200
12	15300.00000	-1.18500
13	16500.00000	-1.16300
14	72600.00000	-.41500
15	76200.00000	-.40600
16	79800.00000	-.37700
17	87900.00000	-.35700
18	96600.00000	-.31700
19	99300.00000	-.30100
20	160200.00000	-.16700

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= 1.00355 ORDENADA AL ORIGEN= -5.33440

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO F-1

DATOS DE ENTRADA  
ORDENADA

I	ABSCISA	ORDENADA
1	8700.00000	-.98000
2	9300.00000	-.92000
3	10200.00000	-.88000
4	10800.00000	-.85000
5	11400.00000	-.82000
6	12000.00000	-.80000
7	12600.00000	-.78000
8	13200.00000	-.75000
9	13800.00000	-.73000
10	14400.00000	-.72000
11	15000.00000	-.69000
12	15600.00000	-.67000
13	16200.00000	-.65000
14	16800.00000	-.63000
15	17400.00000	-.62000
16	18000.00000	-.62000
17	19200.00000	-.58000
18	20400.00000	-.56000
19	21600.00000	-.48000
20	79800.00000	-.10900

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
PENDIENTE= .91447 ORDENADA AL ORIGEN= -4.52059

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO G-1



DATOS DE ENTRADA  
ORDENADA

I	ABSCISA	
1	6300.00000	-1.37800
2	7200.00000	-1.29100
3	8100.00000	-1.27500
4	9000.00000	-1.17000
5	9900.00000	-1.12700
6	10800.00000	-1.12400
7	11700.00000	-1.05500
8	12600.00000	-1.01700
9	16200.00000	-.87200
10	17100.00000	-.84400
11	18000.00000	-.82600
12	83700.00000	-.13700
13	90900.00000	-.15100
14	94500.00000	-.14300

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= 1.05249 ORDENADA AL ORIGEN= -5.34234

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO H-1

DATOS DE ENTRADA  
ORDENADA

I	ABSCISA	ORDENADA
1	2700.00000	-1.00000
2	3600.00000	-.88000
3	4500.00000	-.85000
4	5400.00000	-.78000
5	6300.00000	-.70500
6	7200.00000	-.67000
7	8100.00000	-.62000
8	9000.00000	-.57000
9	9900.00000	-.54500
10	10800.00000	-.52500
11	14400.00000	-.39000
12	15300.00000	-.37300

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= .83225 ORDENADA AL ORIGEN= -3.86764

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO I-1

DATOS DE ENTRADA  
ORDENADA

1	ABSCISA	
1	14400.00000	-1.93700
2	15300.00000	-1.89100
3	16200.00000	-1.85300
4	17100.00000	-1.80600
5	18000.00000	-1.80000
6	18900.00000	-1.76000
7	79200.00000	-.63500
8	90900.00000	-.54000
9	99900.00000	-.50200

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= 1.74532 ORDENADA AL ORIGEN= -9.20453

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO J-2

	. DATOS DE ENTRADA	
1	ABSCISA	ORDENADA
1	3600.00000	-1.10000
2	4500.00000	-.96000
3	5400.00000	-.90500
4	6300.00000	-.84100
5	7200.00000	-.76500
6	8100.00000	-.69200
7	9000.00000	-.64600
8	9900.00000	-.59800
9	10800.00000	-.57500
10	11700.00000	-.52900
11	12600.00000	-.49500
12	13500.00000	-.46500
13	14400.00000	-.43200
14	15300.00000	-.40700
15	16200.00000	-.39600
16	17100.00000	-.37600
17	18000.00000	-.34500
18	18900.00000	-.32200
19	19800.00000	-.30800
20	20700.00000	-.30000

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= 1.05452 ORDENADA AL ORIGEN= -4.82886

. PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO K-1

I	DATOS DE ENTRADA	
	ABSCISA	ORDENADA
1	24300.00000	-3.42000
2	87300.00000	-2.49500
3	91500.00000	-2.45000
4	99900.00000	-2.40100
5	106500.00000	-2.28000
6	168900.00000	-1.73600
7	192900.00000	-1.58000
8	252900.00000	-1.22000
9	270000.00000	-1.15500
10	430500.00000	-.63300

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= 2.32554 ORDENADA AL ORIGEN= -13.86611

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO L-3

DATOS DE ENTRADA  
ORDENADA

1	ABSCISA	
1	20400.00000	-3.22000
2	81300.00000	-1.63000
3	89100.00000	-1.51500
4	93600.00000	-1.41900
5	102900.00000	-1.30800
6	164700.00000	-1.68400
7	188400.00000	-1.52400
8	250620.00000	-1.38000

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
PENDIENTE= 2.70851 ORDENADA AL ORIGEN= -14.89248

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO M-4

	DATOS DE ENTRADA	
1	ABSCISA	ORDENADA
1	10500.00000	-2.38600
2	11400.00000	-2.23600
3	12300.00000	-2.18200
4	13200.00000	-2.08600
5	14100.00000	-2.05600
6	15000.00000	-1.90700
7	77700.00000	-.32400

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= 2.32429 ORDENADA AL ORIGEN= -11.68193

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO N-4

DATOS DE ENTRADA  
ORDENADA

1	ABSCISA	
1	2700.00000	-1.30700
2	3600.00000	-1.24200
3	4500.00000	-1.18800
4	5400.00000	-1.13000
5	6300.00000	-1.08100
6	7200.00000	-1.05500
7	8100.00000	-1.01500
8	9000.00000	-.99400
9	9900.00000	-.96300
10	10800.00000	-.94500
11	15300.00000	-.87000
12	16200.00000	-.85300
13	17100.00000	-.84700
14	18000.00000	-.84000
15	18900.00000	-.84000
16	20700.00000	-.80600

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:

PENDIENTE= .56951 ORDENADA AL ORIGEN= -3.25508

PENDIENTE DE RECUPERACION PIEZOMETRO Z-1



# **ANEXO N. 5**

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	1.80000	.00000	.530143E-09
2	1.79500	600.00000	.706858E-09
3	1.77500	1200.00000	.116632E-08
4	1.72000	1800.00000	.132536E-09
5	1.71000	3000.00000	.883572E-10
6	1.70000	4200.00000	.212058E-09
7	1.67000	4800.00000	.147262E-09
8	1.64500	6000.00000	.403920E-10
9	1.63700	6600.00000	.101419E-09
10	1.61500	7200.00000	.407802E-10
11	1.60500	8400.00000	.548424E-10
12	1.59000	9000.00000	.581451E-10
13	1.57300	9600.00000	.963866E-11
14	1.57000	10200.00000	.454412E-10
15	1.55500	10800.00000	.143282E-10
16	1.55000	11400.00000	.407802E-10
17	1.53500	12000.00000	.129303E-10
18	1.53000	12600.00000	.345208E-10
19	1.51600	13200.00000	.599293E-10
20	1.49000	14400.00000	.324577E-10
21	1.47500	15000.00000	.103950E-10
22	1.47000	15600.00000	.200054E-10
23	1.46000	16200.00000	.284005E-10
24	1.44500	17400.00000	.551695E-10
25	1.41300	19500.00000	.358627E-10
26	1.39000	21300.00000	.537405E-10
27	1.35300	22500.00000	.374423E-09
28	.70500	87600.00000	.578996E-11
29	.68900	88200.00000	.680590E-11
30	.67000	89400.00000	.354611E-11
31	.66000	90000.00000	.511394E-11
32	.64500	96600.00000	.487862E-11
33	.63000	99000.00000	.319267E-11
34	.62000	100260.00000	.313601E-11
35	.61000	102600.00000	.339047E-11
36	.59900	103800.00000	.609353E-12
37	.59700	105000.00000	.624574E-11
38	.57600	108900.00000	.435138E-11
39	.56100	110400.00000	.171706E-11
40	.55500	111900.00000	.112797E-11
41	.55100	113700.00000	.444099E-11
42	.53500	115500.00000	.495317E-10
43	.31100	172200.00000	.441786E-11
44	.28700	173400.00000	.545601E-12
45	.28400	176400.00000	.179406E-11
46	.27400	178200.00000	.496041E-11
47	.24600	180900.00000	.138713E-11
48	.23800	186000.00000	.335534E-11
49	.21800	193200.00000	.210118E-11
50	.20500	200400.00000	.994019E-11
51	.13300	260400.00000	.244413E-11
52	.11200	286200.00000	.932438E-11
53	.01500	475800.00000	

GASTO (m3/SEG) PIEZOMETRO A-1

## DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	1.68300	.00000	.519541E-08
2	1.63400	600.00000	.205999E-08
3	1.56600	1500.00000	.441786E-09
4	1.54100	2100.00000	.649426E-09
5	1.49200	2700.00000	.565487E-09
6	1.43600	3600.00000	.334398E-09
7	1.39500	4200.00000	.282743E-09
8	1.35500	4800.00000	.199940E-09
9	1.32200	5700.00000	.159043E-09
10	1.29200	6300.00000	.235620E-09
11	1.24200	7200.00000	.256069E-09
12	1.17800	8700.00000	.111243E-09
13	1.14600	9600.00000	.284855E-10
14	1.13700	10500.00000	.180103E-09
15	1.07500	11400.00000	.724755E-10
16	1.04800	12300.00000	.898126E-10
17	1.01200	13200.00000	.745695E-10
18	.98000	14100.00000	.546541E-10
19	.95500	15000.00000	.535290E-10
20	.92900	15900.00000	.525280E-10
21	.90200	16800.00000	.438739E-10
22	.87800	18000.00000	.499974E-10
23	.84900	18900.00000	.505675E-10
24	.81800	20100.00000	.495317E-10
25	.78600	21000.00000	.237268E-10
26	.77000	21900.00000	.398497E-10
27	.74200	22800.00000	.232579E-10
28	.72500	23700.00000	.118541E-10
29	.71600	24600.00000	.346576E-09
30	.12600	83700.00000	.114240E-10
31	.09400	94500.00000	.194846E-11
32	.08800	101400.00000	.844610E-11
33	.06000	109500.00000	.681127E-11
34	.03000	170700.00000	.258187E-11
35	.01500	198900.00000	.529152E-12
36	.01100	282000.00000	.897788E-12
37	.00100	426600.00000	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO B-1

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	2.47400	.00000	.106028E-08
2	2.46400	600.00000	.109562E-08
3	2.43300	1200.00000	.911843E-09
4	2.39000	1800.00000	.227205E-09
5	2.37500	2400.00000	.235618E-09
6	2.35500	3000.00000	.414474E-09
7	2.31200	3600.00000	.301772E-09
8	2.27500	4200.00000	.777552E-10
9	2.26400	4800.00000	.304492E-09
10	2.20800	6900.00000	.541414E-10
11	2.19600	7200.00000	.152681E-09
12	2.16000	7800.00000	.667594E-10
13	2.14300	8400.00000	.658103E-10
14	2.12500	9000.00000	.547244E-10
15	2.10900	9600.00000	.601356E-10
16	2.09000	10500.00000	.871465E-10
17	2.06000	11400.00000	.536852E-10
18	2.04000	12300.00000	.748435E-10
19	2.01000	13200.00000	.353427E-10
20	1.99500	13800.00000	.446435E-10
21	1.97500	14700.00000	.314935E-10
22	1.96000	15600.00000	.396367E-10
23	1.94000	16500.00000	.558046E-10
24	1.91000	17700.00000	.525760E-10
25	1.88000	18600.00000	.333947E-10
26	1.86000	19500.00000	.398602E-10
27	1.83500	20400.00000	.381398E-10
28	1.81000	21300.00000	.145244E-10
29	1.80000	22500.00000	.207898E-10
30	1.78500	23400.00000	.466791E-10
31	1.75000	24300.00000	.504528E-09
32	.90300	82500.00000	.956933E-11
33	.87800	83700.00000	.378000E-11
34	.86800	84600.00000	.402176E-11
35	.85700	89400.00000	.245467E-10
36	.78500	97200.00000	.180407E-10
37	.72800	103800.00000	.224461E-10
38	.65200	111600.00000	.626480E-10
39	.37400	170700.00000	.128309E-10
40	.30000	196200.00000	.139603E-10
41	.20000	259500.00000	.327140E-11
42	.17200	285000.00000	.222685E-11
43	.15000	343500.00000	.116269E-11
44	.13700	367800.00000	.152041E-11
45	.11800	427200.00000	.216975E-12
46	.11500	452400.00000	.461136E-12
47	.10800	513360.00000	.426919E-12
48	.10100	529800.00000	.261089E-12
49	.03600	888500.00000	.435525E-13
50	.09500	772200.00000	.809839E-13
51	.09300	782900.00000	

GASTO (m3/seg) FIEZOMETRO E-2

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	1.82100	.00000	.233262E-08
2	1.78600	900.00000	.190851E-08
3	1.70700	1800.00000	.749267E-09
4	1.65400	2700.00000	.343330E-09
5	1.62000	3600.00000	.526215E-09
6	1.55300	4500.00000	.237760E-09
7	1.51600	5400.00000	.277305E-09
8	1.46500	6300.00000	.146084E-09
9	1.43400	7200.00000	.178793E-09
10	1.39100	8100.00000	.632453E-10
11	1.37400	9000.00000	.117809E-09
12	1.33900	9900.00000	.119858E-09
13	1.30000	10800.00000	.763403E-10
14	1.27300	11700.00000	.706854E-10
15	1.24600	12600.00000	.487489E-10
16	1.22600	13500.00000	.319224E-10
17	1.21200	14400.00000	.578338E-10
18	1.18500	15300.00000	.440117E-10
19	1.16300	16500.00000	.534069E-09
20	.41500	72600.00000	.384780E-11
21	.40600	76200.00000	.118262E-10
22	.37700	79800.00000	.759700E-11
23	.35700	87900.00000	.137923E-10
24	.31700	96600.00000	.519568E-11
25	.30100	99300.00000	.328504E-10
26	.16700	160200.00000	.331051E-11
27	.14900	165700.00000	.738437E-11
28	.09600	270900.00000	.203803E-12
29	.09400	353400.00000	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO F-1

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	1.62000	.00000	.127234E-07
2	1.50000	600.00000	.247400E-08
3	1.43000	1200.00000	.212056E-09
4	1.42000	1800.00000	.605876E-09
5	1.38000	2400.00000	.942475E-09
6	1.30000	3000.00000	.481947E-09
7	1.25000	3600.00000	.407801E-09
8	1.20000	4200.00000	.141372E-09
9	1.18000	4800.00000	.249478E-09
10	1.14000	5400.00000	.167413E-09
11	1.11000	6000.00000	.504896E-10
12	1.10000	6600.00000	.315829E-09
13	1.03000	7500.00000	.203900E-09
14	.98000	8100.00000	.219369E-09
15	.92000	9300.00000	.130496E-09
16	.88000	10200.00000	.908813E-10
17	.85000	10800.00000	.859630E-10
18	.82000	11400.00000	.543735E-10
19	.80000	12000.00000	.517212E-10
20	.78000	12600.00000	.739732E-10
21	.75000	13200.00000	.471237E-10
22	.73000	13800.00000	.225592E-10
23	.72000	14400.00000	.649154E-10
24	.69000	15000.00000	.415797E-10
25	.67000	15600.00000	.400108E-10
26	.65000	16200.00000	.385557E-10
27	.63000	16800.00000	.186014E-10
28	.62000	17400.00000	.695268E-10
29	.58000	19200.00000	.321298E-10
30	.56000	20400.00000	.121175E-09
31	.48000	21600.00000	.232760E-09
32	.10900	79800.00000	.356065E-11
33	.10000	81000.00000	.546538E-11
34	.08500	93600.00000	.146246E-11
35	.07500	167400.00000	.158778E-11
36	.07000	193200.00000	

GASTO (m3/seg): PIEZOMETRO 6-1

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	1.84800	.00000	.692719E-08
2	1.75000	900.00000	.261536E-08
3	1.63900	1800.00000	.197920E-09
4	1.62500	2700.00000	.787639E-09
5	1.54700	3600.00000	.738272E-09
6	1.45300	4500.00000	.186352E-09
7	1.42400	5400.00000	.250118E-09
8	1.37800	6300.00000	.409976E-09
9	1.29100	7200.00000	.665277E-10
10	1.27500	8100.00000	.390631E-09
11	1.17000	9000.00000	.144737E-09
12	1.12700	9900.00000	.921992E-11
13	1.12400	10800.00000	.195092E-09
14	1.05500	11700.00000	.994833E-10
15	1.01700	12600.00000	.320294E-09
16	.87200	16200.00000	.534918E-10
17	.84400	17100.00000	.326241E-10
18	.82600	18000.00000	.430994E-09
19	.13700	83700.00000	.215777E-10
20	.07900	87300.00000	.241607E-11
21	.06600	255000.00000	.118667E-12
22	.06500	281100.00000	.123110E-11
23	.05300	339000.00000	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO H-1

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	1.47000	.00000	.159043E-07
2	1.24500	900.00000	.278030E-08
3	1.12700	1800.00000	.179541E-08
4	1.00000	2700.00000	.121175E-08
5	.88000	3600.00000	.235618E-09
6	.85000	4500.00000	.546207E-08
7	.00000	5400.00000	-.383333E-08
8	.70500	6300.00000	.164933E-09
9	.67000	7200.00000	.207899E-09
10	.62000	8100.00000	.186015E-09
11	.57000	9000.00000	.841494E-10
12	.54500	9900.00000	.167494E-08
13	.00000	10800.00000	-.984549E-09
14	.39000	14400.00000	.364138E-10
15	.37300	15300.00000	.210710E-09
16	.06000	79200.00000	.706856E-11
17	.04200	82800.00000	.751974E-12
18	.04000	86400.00000	.435052E-11
19	.00500	425400.00000	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO I-1



DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	2.70800	.00000	.742198E-08
2	2.60300	900.00000	.101316E-08
3	2.56000	1800.00000	.311458E-08
4	2.32500	3000.00000	.342027E-09
5	2.27500	6300.00000	.212057E-09
6	2.23000	7200.00000	.162161E-09
7	2.19100	8100.00000	.171133E-09
8	2.14500	9000.00000	.100979E-09
9	2.11500	9900.00000	.153664E-09
10	2.06500	10800.00000	.209338E-09
11	1.98800	12600.00000	.779980E-10
12	1.95600	13500.00000	.433233E-10
13	1.93700	14400.00000	.985314E-10
14	1.89100	15300.00000	.767443E-10
15	1.85300	16200.00000	.897899E-10
16	1.80600	17100.00000	.108748E-10
17	1.80000	18000.00000	.689615E-10
18	1.76000	18900.00000	.729553E-09
19	.63500	79200.00000	.355296E-10
20	.54000	90900.00000	.126701E-10
21	.50200	99900.00000	.115045E-10
22	.46500	104700.00000	.364157E-10
23	.31000	166080.00000	.131061E-11
24	.30300	173700.00000	.281336E-11
25	.28700	188100.00000	.159586E-11
26	.27600	249300.00000	.438234E-11
27	.24000	273300.00000	.167468E-11
28	.22400	334500.00000	.301004E-12
29	.22000	510900.00000	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO J-2

5

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRAO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	1.66000	.00000	.954255E-08
2	1.52500	900.00000	.435894E-08
3	1.34000	1800.00000	.183782E-08
4	1.21000	2700.00000	.111077E-08
5	1.10000	3600.00000	.109955E-08
6	.96000	4500.00000	.353428E-09
7	.90500	5400.00000	.347990E-09
8	.84100	6300.00000	.358140E-09
9	.76500	7200.00000	.303532E-09
10	.69200	8100.00000	.171133E-09
11	.64600	9000.00000	.161567E-09
12	.59800	9900.00000	.706856E-10
13	.57500	10800.00000	.130061E-09
14	.52900	11700.00000	.890114E-10
15	.49500	12600.00000	.731230E-10
16	.46500	13500.00000	.752459E-10
17	.43200	14400.00000	.535497E-10
18	.40700	15300.00000	.222155E-10
19	.39600	16200.00000	.382084E-10
20	.37600	17100.00000	.561859E-10
21	.34500	18000.00000	.396529E-10
22	.32200	18900.00000	.230139E-10
23	.30800	19800.00000	.125663E-10
24	.30000	20700.00000	.225592E-10
25	.28500	21600.00000	.877902E-10
26	.14300	81300.00000	.974112E-11
27	.11700	88500.00000	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO K-1

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	3.94000	.00000	.353406E-09
2	3.93500	900.00000	.153152E-08
3	3.87000	1800.00000	.589046E-09
4	3.82000	3600.00000	.117808E-09
5	3.80500	4500.00000	.160650E-09
6	3.78000	5400.00000	.244681E-09
7	3.73500	6300.00000	.235613E-10
8	3.73000	7200.00000	.415797E-10
9	3.72000	8100.00000	.744058E-10
10	3.70000	9000.00000	.504900E-10
11	3.68500	9900.00000	.614656E-10
12	3.66500	10800.00000	.565484E-10
13	3.64500	11700.00000	.261798E-10
14	3.63500	12600.00000	.214136E-09
15	3.53200	18000.00000	.113941E-09
16	3.46000	22200.00000	.280869E-10
17	3.44000	23100.00000	.268426E-10
18	3.42000	24300.00000	.527292E-09
19	2.49500	87300.00000	.160109E-10
20	2.45000	91500.00000	.162865E-10
21	2.40100	99900.00000	.372949E-10
22	2.28000	106500.00000	.125663E-09
23	1.73600	168900.00000	.274302E-10
24	1.58000	192900.00000	.513731E-10
25	1.22000	252900.00000	.790803E-11
26	1.15500	270000.00000	.474062E-10
27	.63300	430500.00000	.265789E-11
28	.59600	455100.00000	.649555E-11
29	.45700	514500.00000	.168777E-11
30	.46300	540900.00000	.389401E-12
31	.46200	602700.00000	.346363E-11
32	.39500	627900.00000	.185099E-11
33	.35600	712500.00000	.970222E-12
34	.33300	795600.00000	.499048E-12
35	.32000	861600.00000	.245081E-12
36	.31200	*****	.237466E-12
37	.30100	*****	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO L-3

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	4.40000	.00000	.671515E-08
2	4.30500	900.00000	.356961E-08
3	4.10300	2700.00000	.152858E-08
4	3.93000	4500.00000	.353430E-10
5	3.92400	6300.00000	.895353E-10
6	3.90500	7200.00000	.977120E-09
7	3.67000	8100.00000	.260421E-09
8	3.60000	9000.00000	.170168E-09
9	3.53500	15300.00000	.427834E-09
10	3.30500	18900.00000	.180826E-10
11	3.29400	19800.00000	.117106E-09
12	3.22000	20400.00000	.994602E-09
13	1.63000	81300.00000	.429340E-10
14	1.51500	89100.00000	.334276E-10
15	1.41900	93600.00000	.359363E-10
16	1.30800	102900.00000	.148345E-09
17	.68400	164700.00000	.288267E-10
18	.52400	188400.00000	.208666E-10
19	.38000	250620.00000	.369565E-11
20	.35000	265800.00000	.122093E-10
21	.21700	427200.00000	.867603E-12
22	.20500	452700.00000	.990919E-12
23	.19000	510300.00000	.182231E-12
24	.18700	537000.00000	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO M-4

## DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	3.81100	.00000	.199333E-07
2	3.52900	900.00000	.325154E-08
3	3.39100	1800.00000	.179541E-08
4	3.26400	2700.00000	.151469E-08
5	3.11400	3600.00000	.620462E-09
6	3.03500	4500.00000	.706856E-09
7	2.92500	5400.00000	.570922E-09
8	2.82000	6300.00000	.164344E-08
9	2.38600	10500.00000	.435732E-09
10	2.23600	11400.00000	.144950E-09
11	2.18200	12300.00000	.239499E-09
12	2.08600	13200.00000	.699087E-10
13	2.05600	14100.00000	.322413E-09
14	1.90700	15300.00000	.108286E-08
15	.32400	77700.00000	.172149E-10
16	.28000	84900.00000	.642596E-11
17	.26200	93300.00000	.653489E-12
18	.26000	101400.00000	.167728E-10
19	.19000	164100.00000	.111216E-11
20	.18400	179100.00000	.613234E-12
21	.17900	339600.00000	

GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO N-4

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS

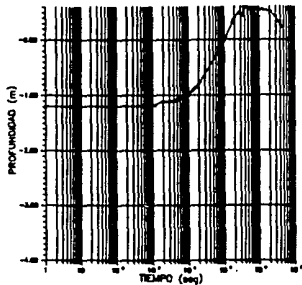
AREA DEL POZO= .63617E-04 METROS CUADRADO

I	PROFUNDIDAD	TIEMPO	GASTO
1	1.65400	.00000	.100374E-07
2	1.51200	900.00000	.240331E-08
3	1.41000	1800.00000	.145612E-08
4	1.30700	2700.00000	.656366E-09
5	1.24200	3600.00000	.424113E-09
6	1.18800	4500.00000	.372705E-09
7	1.13000	5400.00000	.266430E-09
8	1.08100	6300.00000	.122522E-09
9	1.05500	7200.00000	.166319E-09
10	1.01500	8100.00000	.781260E-10
11	.99400	9000.00000	.104345E-09
12	.96300	9900.00000	.553192E-10
13	.94500	10800.00000	.182807E-09
14	.87000	15300.00000	.343330E-10
15	.85300	16200.00000	.114625E-10
16	.84700	17100.00000	.126872E-10
17	.84000	18000.00000	.558909E-10
18	.80600	20700.00000	.300786E-11
19	.80400	21600.00000	.454407E-10
20	.73200	79200.00000	

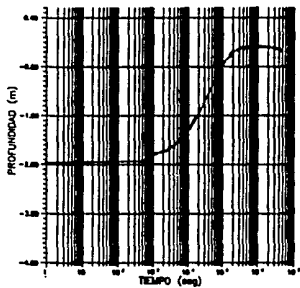
GASTO (m3/seg) PIEZOMETRO 2-1

## **ANEXO N. 6**

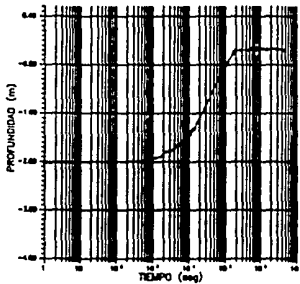
GRANDES INDETERMINADOS  
Circulo 5.11



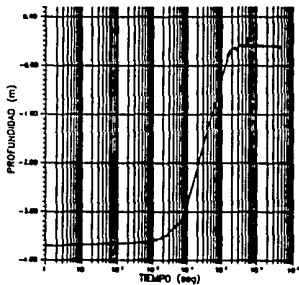
GRANDES INDETERMINADOS  
Circulo 5.12



GRANDES INDETERMINADOS  
Circulo 5.13

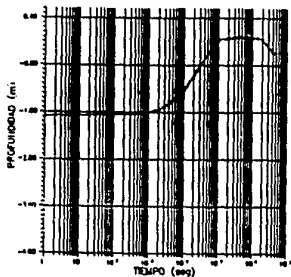


GRANDES INDETERMINADOS  
Circulo 5.14

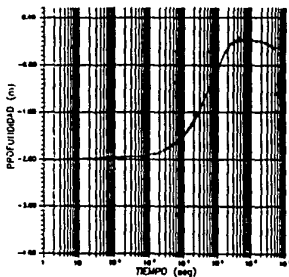




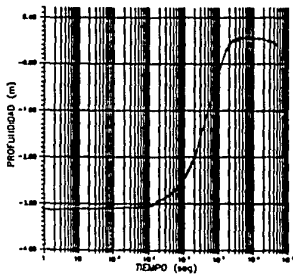
CONDENSAT APERTURA  
CINQUE 4.21



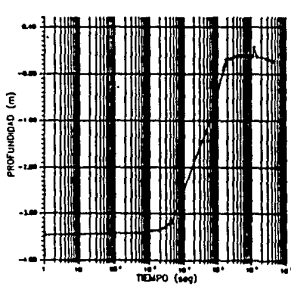
CONDENSAT APERTURA  
CINQUE 4.21



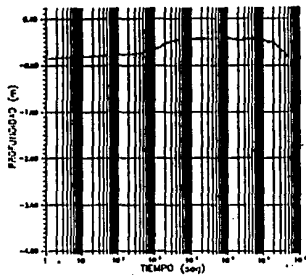
CONDENSAT APERTURA  
CINQUE 4.31



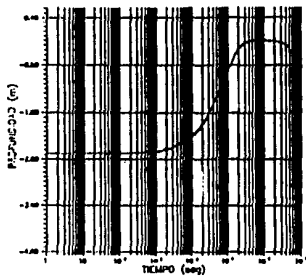
CONDENSAT APERTURA  
CINQUE 4.31



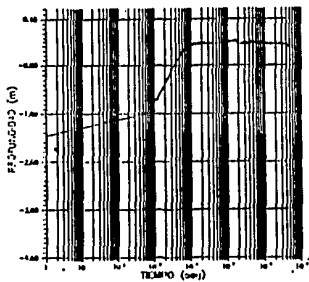
ESTACION 1040 - PUNTO 1040  
CANTON 1040



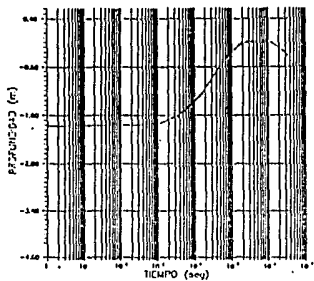
ESTACION 1040 - PUNTO 1040  
CANTON 1040



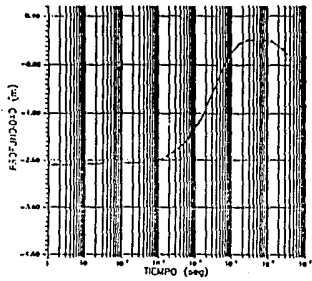
ESTACION 1040 - PUNTO 1040  
CANTON 1040



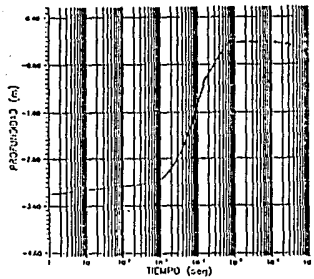
ESTACION METEOROLOGICA  
LISIMAN AL 1



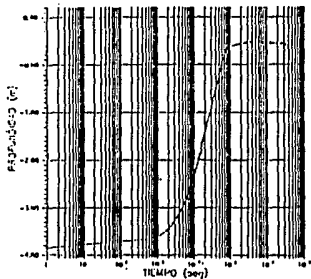
ESTACION METEOROLOGICA  
LISIMAN AL 2



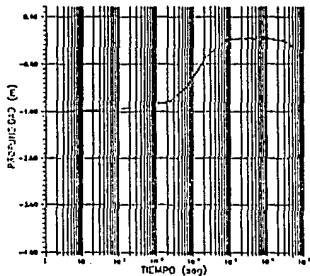
ESTACION METEOROLOGICA  
LISIMAN AL 3



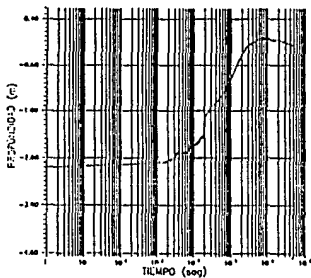
ESTACION METEOROLOGICA  
LISIMAN AL 4



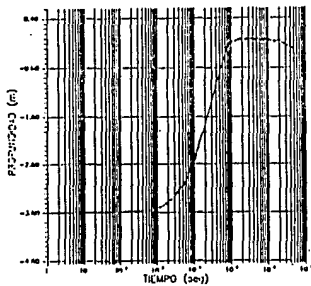
ESTACION METEOROLOGICA  
ESMAOR 151



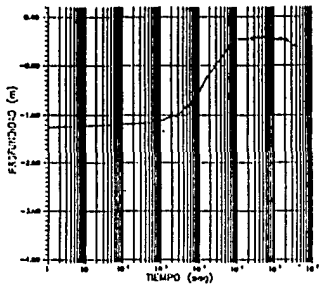
ESTACION METEOROLOGICA  
ESMAOR 152



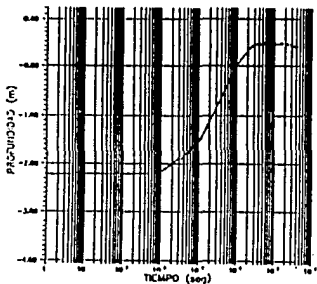
ESTACION METEOROLOGICA  
ESMAOR 153



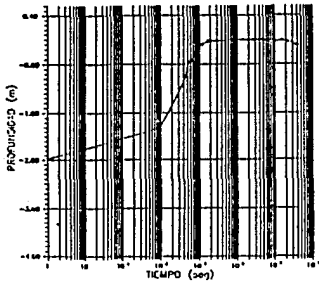
EXAMEN DE PROBLEMAS  
EJERCICIO 101



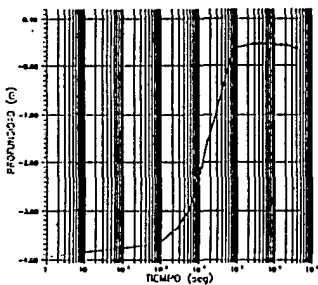
EXAMEN DE PROBLEMAS  
EJERCICIO 102



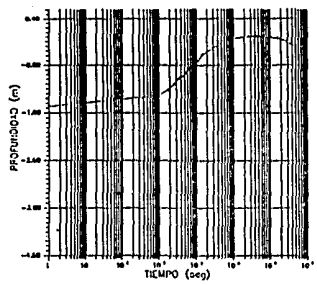
EXAMEN DE PROBLEMAS  
EJERCICIO 103



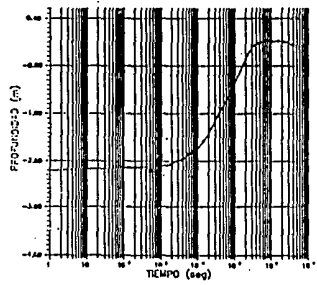
EXAMEN DE PROBLEMAS  
EJERCICIO 104



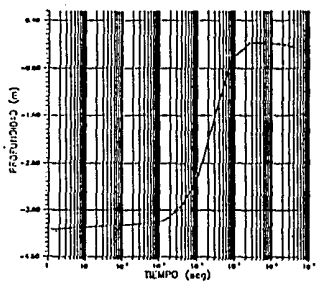
ESTACION METEOROLOGICA  
ESALON RIA



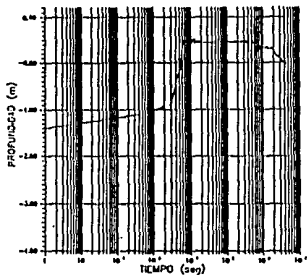
ESTACION METEOROLOGICA  
ESALON RIA



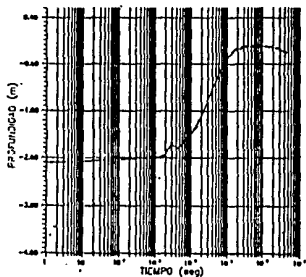
ESTACION METEOROLOGICA  
ESALON RIA



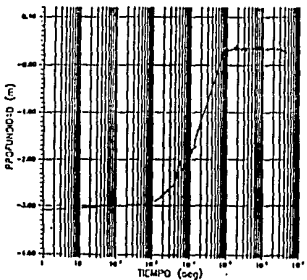
ESTACIONES DE PROFUNDIDADES  
L'ANADON BLVD



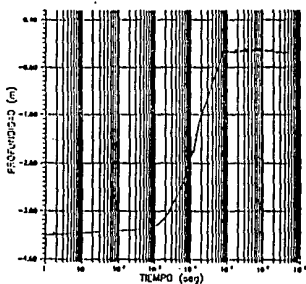
ESTACIONES DE PROFUNDIDADES  
L'ANADON BLVD



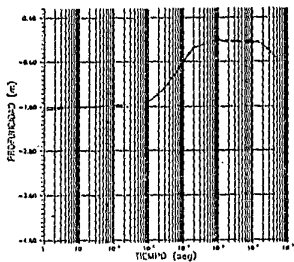
ESTACIONES DE PROFUNDIDADES  
L'ANADON BLVD



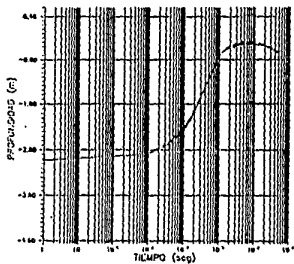
ESTACIONES DE PROFUNDIDADES  
L'ANADON BLVD



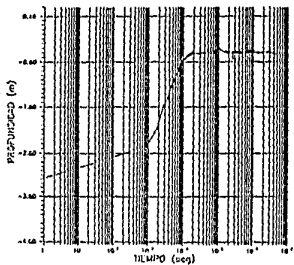
ESTIMATES OF HYDROLOGICAL  
ESTIMATION 10.1



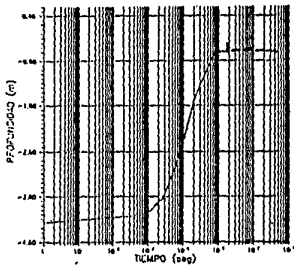
ESTIMATES OF HYDROLOGICAL  
ESTIMATION 10.2



ESTIMATES OF HYDROLOGICAL  
ESTIMATION 10.3

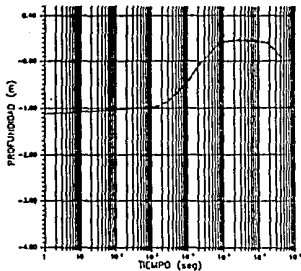


ESTIMATES OF HYDROLOGICAL  
ESTIMATION 10.4

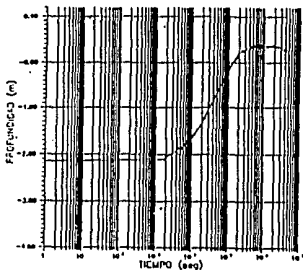




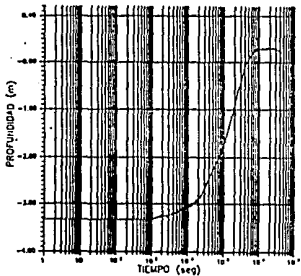
ESTACIONE METEOROLOGICAS  
ESTACION 811



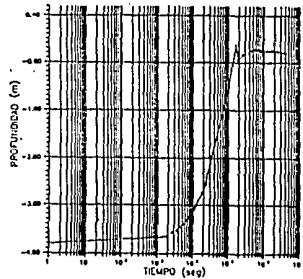
ESTACIONE METEOROLOGICAS  
ESTACION 812



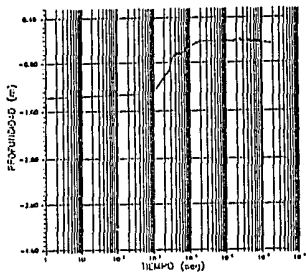
ESTACIONE METEOROLOGICAS  
ESTACION 813



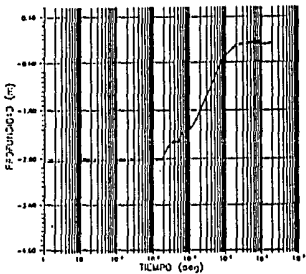
ESTACIONE METEOROLOGICAS  
ESTACION 814



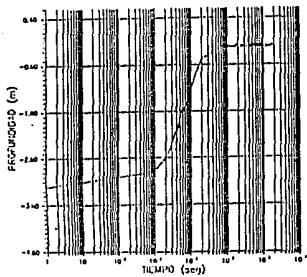
ESTACIONES PERFORADAS  
ESTACION FLM1



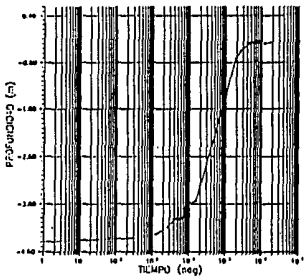
ESTACIONES PERFORADAS  
ESTACION FLM2



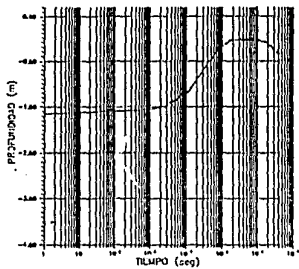
ESTACIONES PERFORADAS  
ESTACION FLM3



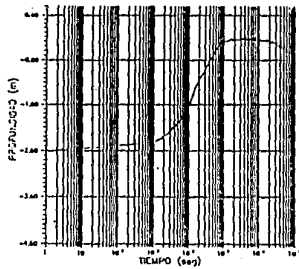
ESTACIONES PERFORADAS  
ESTACION FLM4



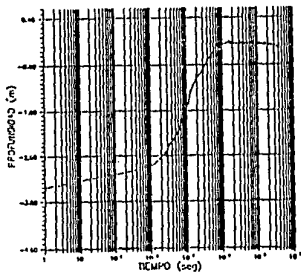
ESTACIONES METEOROLOGICAS  
ESTACION BLANCO



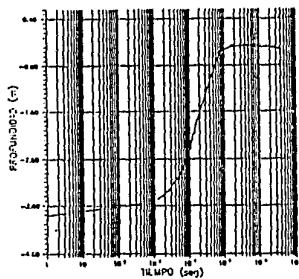
ESTACIONES METEOROLOGICAS  
ESTACION BLANCO



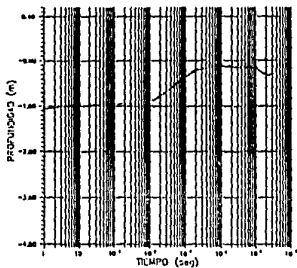
ESTACIONES METEOROLOGICAS  
ESTACION BLANCO



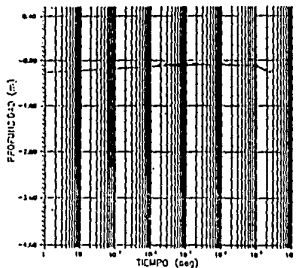
ESTACIONES METEOROLOGICAS  
ESTACION BLANCO



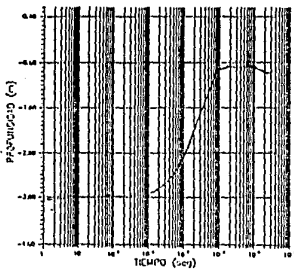
ESTACION METEOROLOGICA  
ESTACION 1421



ESTACION METEOROLOGICA  
ESTACION 1422

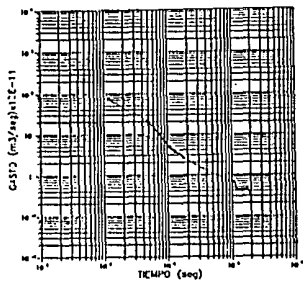


ESTACION METEOROLOGICA  
ESTACION 1423

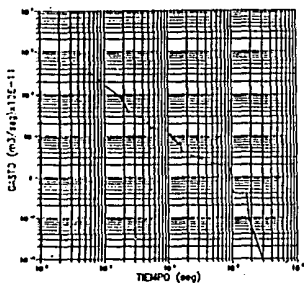


# **ANEXO N.º 7**

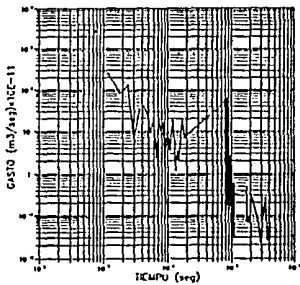
GRUPO A PERFORA 1



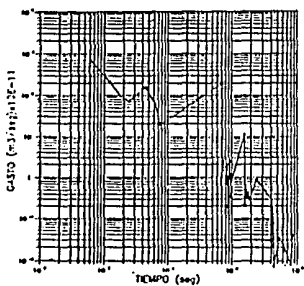
GRUPO A PERFORA 2



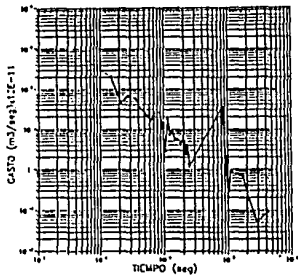
GRUPO A PERFORA 3



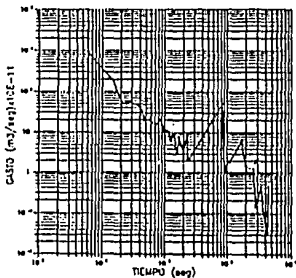
GRUPO A PERFORA 4



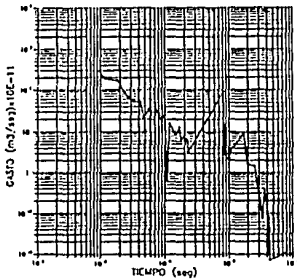
ESACION 0 PERFORADO 1



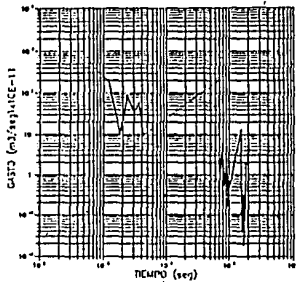
ESACION 0 PERFORADO 1



ESACION 0 PERFORADO 3

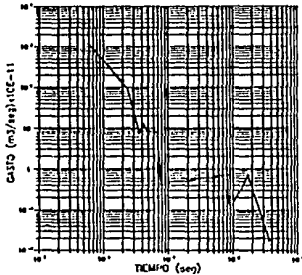


ESACION 0 PERFORADO 4



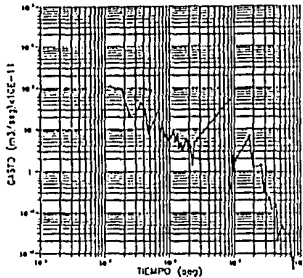
ESBOZO C

PLANIFICADO 1



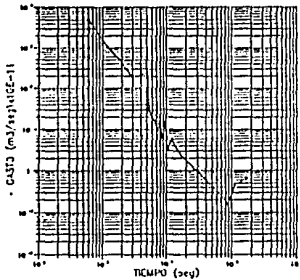
ESBOZO E

PLANIFICADO 2



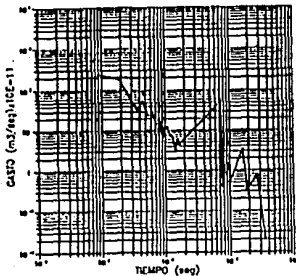
ESBOZO I

PLANIFICADO 3

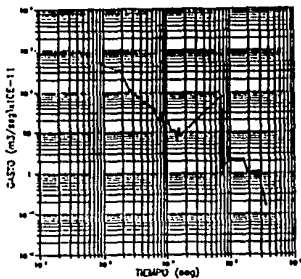




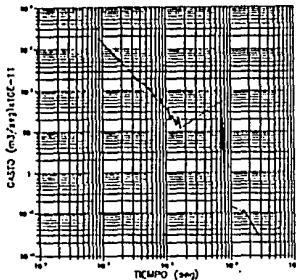
ESTACION 7 PERIMETRO 1



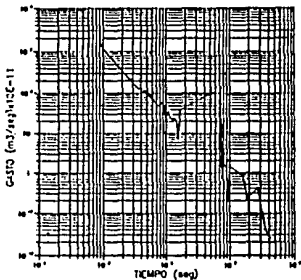
ESTACION 7 PERIMETRO 2



ESTACION 7 PERIMETRO 3

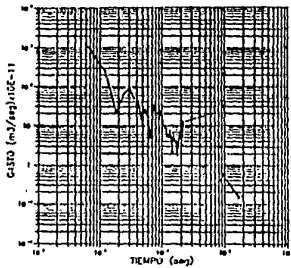


ESTACION 7 PERIMETRO 4



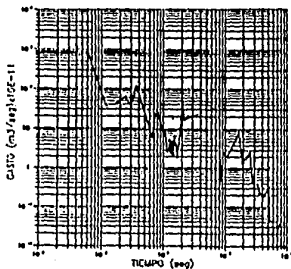
ESTACION 6

PERFORACION 1



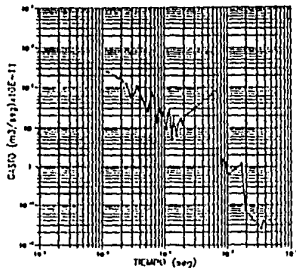
ESTACION 6

PERFORACION 2

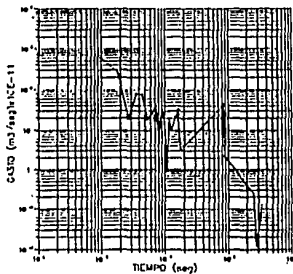


ESTACION 6

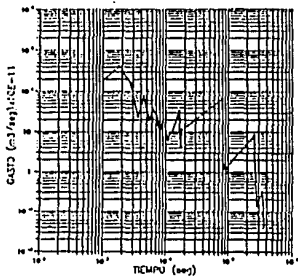
PERFORACION 3



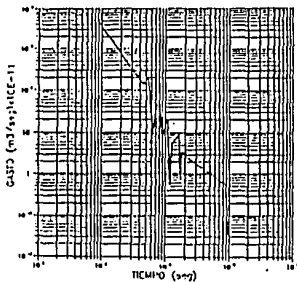
ESMORA N PELOMBONG 1



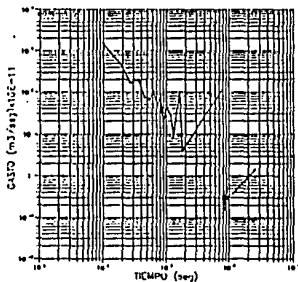
ESMORA N PELOMBONG 2



ESMORA N PELOMBONG 3

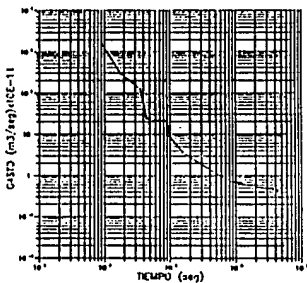


ESMORA N PELOMBONG 4



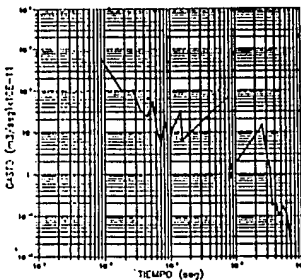
ESADON 1

PERFORMA 1



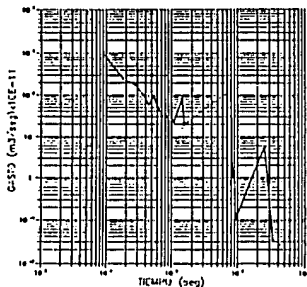
ESADON 1

PERFORMA 2

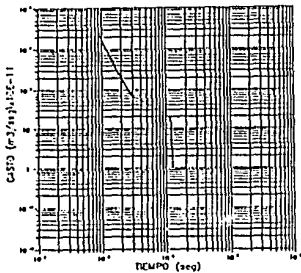


ESADON 1

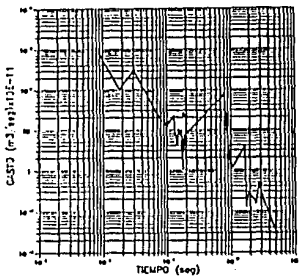
PERFORMA 4



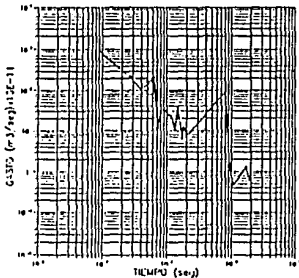
ELUCOR 1 PERIMETRO 1



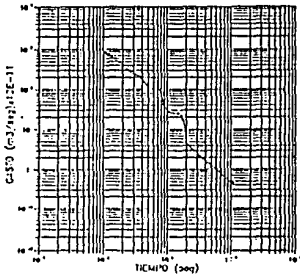
ELUCOR 2 PERIMETRO 2



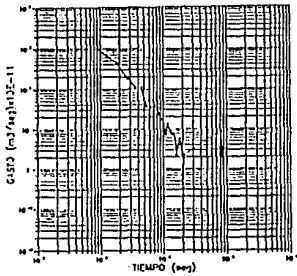
ELUCOR 3 PERIMETRO 3



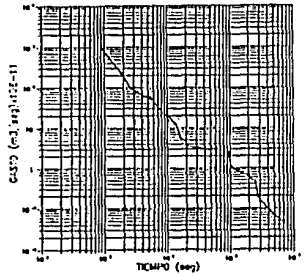
ELUCOR 4 PERIMETRO 4



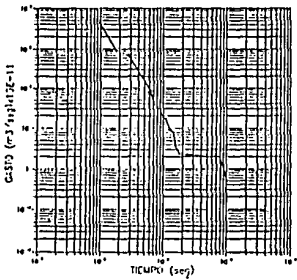
ESTACION 1 PERIODO 1



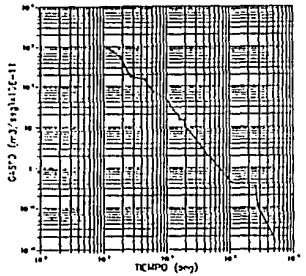
ESTACION 2 PERIODO 2



ESTACION 3 PERIODO 3

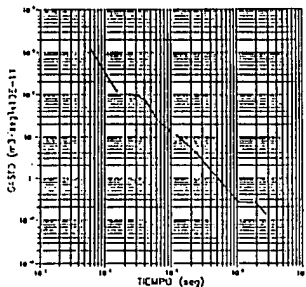


ESTACION 4 PERIODO 4



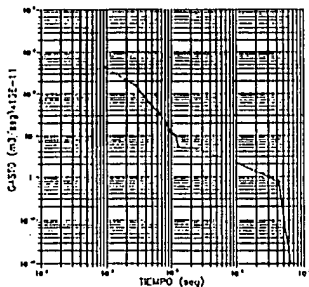
ESMONG L

PEZONMETRO. 1



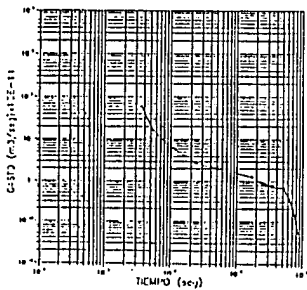
ESMONG L

PEZONMETRO. 2



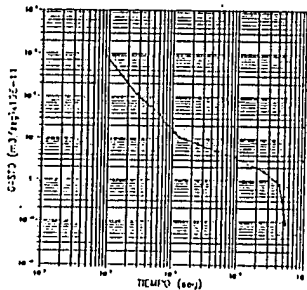
ESMONG L

PEZONMETRO. 3



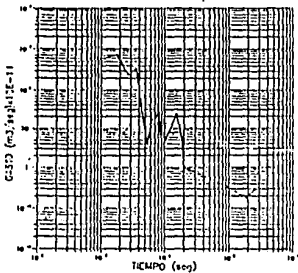
ESMONG L

PEZONMETRO. 4



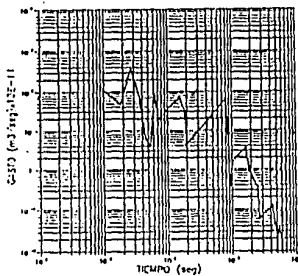
ESTACION N

PERIOMETRO 1



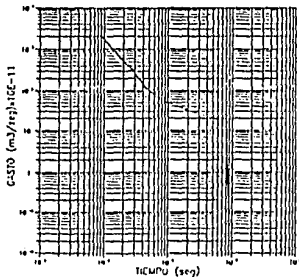
ESTACION N

PERIOMETRO 2



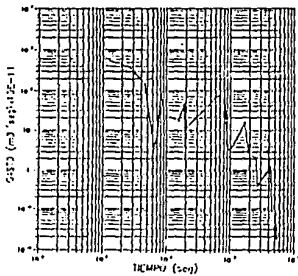
ESTACION W

PERIOMETRO 3



ESTACION W

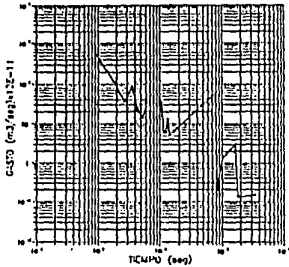
PERIOMETRO 4





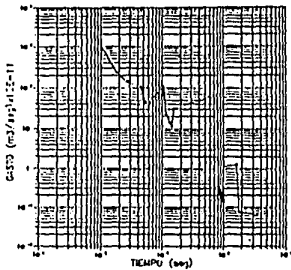
ESTACION #

PERIODO: I



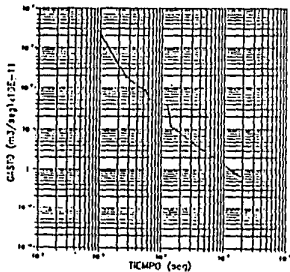
ESTACION #

PERIODO: 2



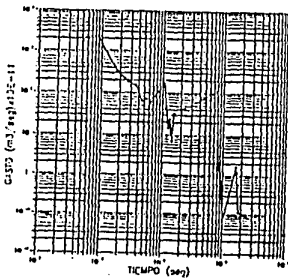
ESTACION #

PERIODO: 3



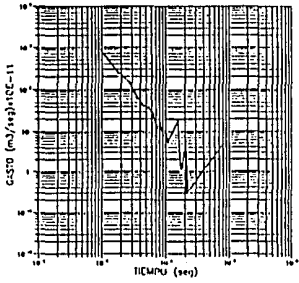
ESTACION #

PERIODO: 4



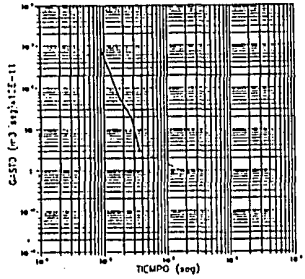
ESTACION 2

PERFORADO 1



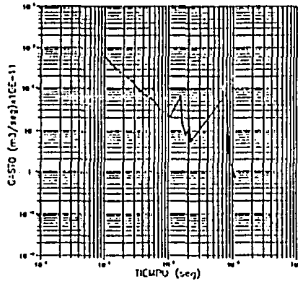
ESTACION 2

PERFORADO 2



ESTACION 2

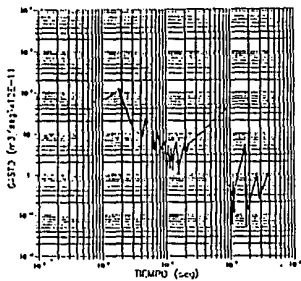
PERFORADO 3



# **ANEXO N.8**

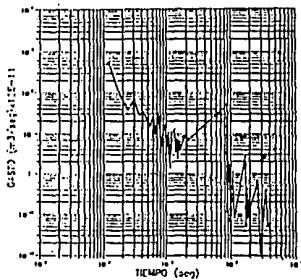
ESTACION A

PERIMETRO 1



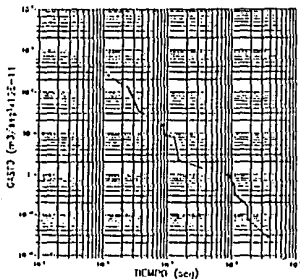
ESTACION A

PERIMETRO 2



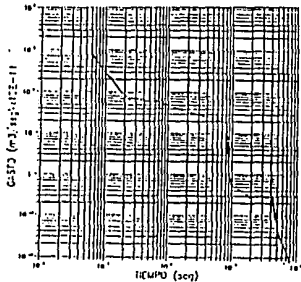
ESTACION A

PERIMETRO 3

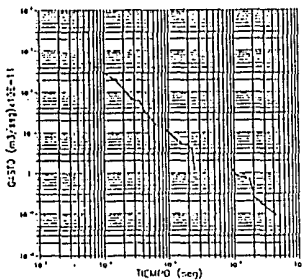


ESTACION A

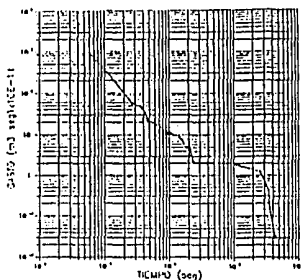
PERIMETRO 4



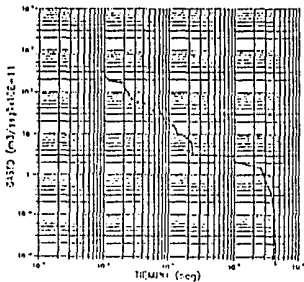
ESQUEMA B PEZONAL 1



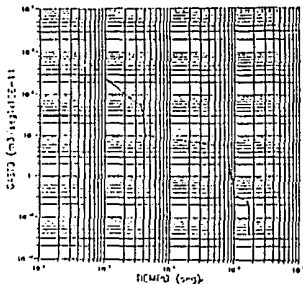
ESQUEMA D PEZONAL 2



ESQUEMA B PEZONAL 3



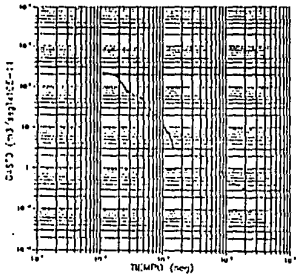
ESQUEMA D PEZONAL 4





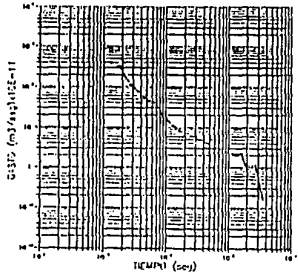
ESTIMADO F

PERIÓDICO I



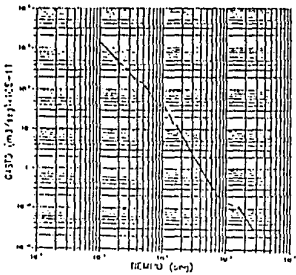
ESTIMADO F

PERIÓDICO 2



ESTIMADO F

PERIÓDICO 2



ESTIMADO F

PERIÓDICO 1

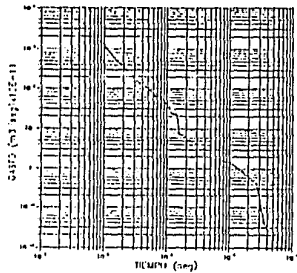


FIGURE 6

FIGURE 1

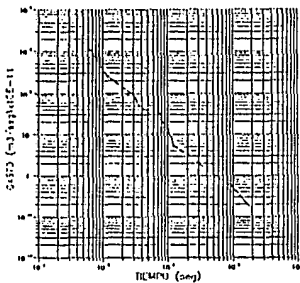


FIGURE 6

FIGURE 2

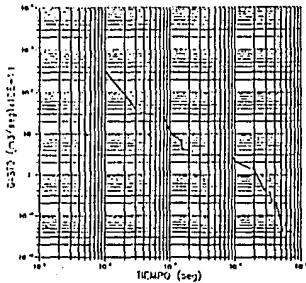
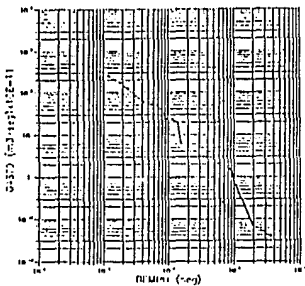


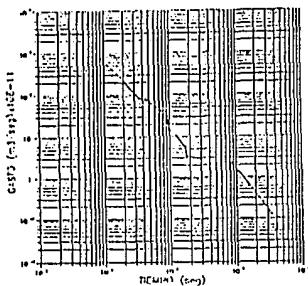
FIGURE 6

FIGURE 3

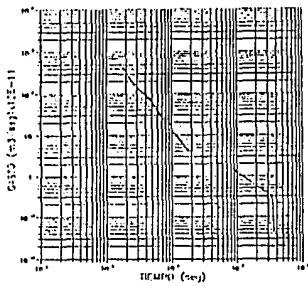




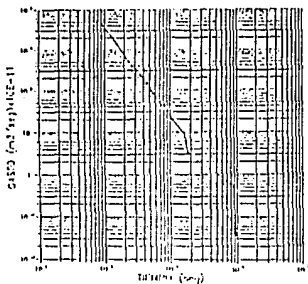
Column 11 PLZSIR. NO. 1



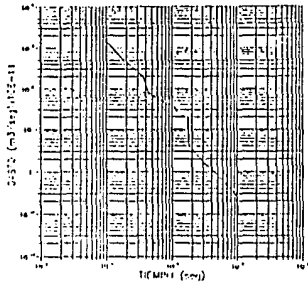
Column 11 PLZSIR. NO. 2



Column 11 PLZSIR. NO. 3

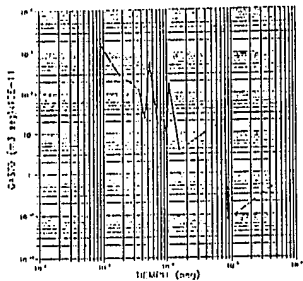


Column 11 PLZSIR. NO. 4



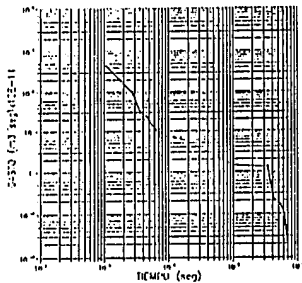
ESCALA 1

PERIODO 1



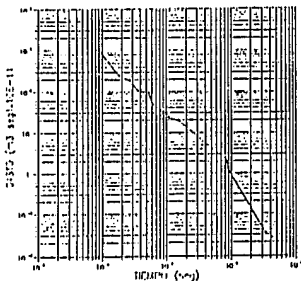
ESCALA 2

PERIODO 2



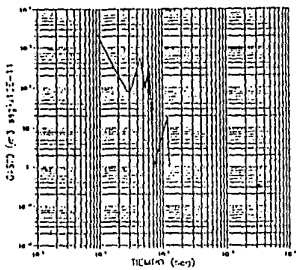
ESCALA 1

PERIODO 1



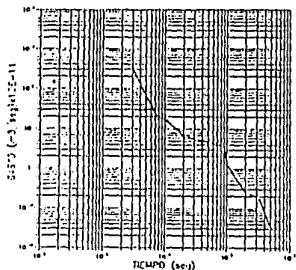
ESCALA 1

PERIÓDO 1



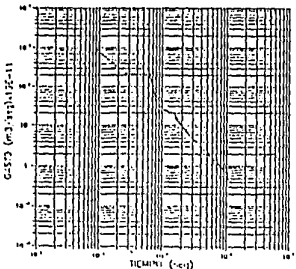
ESCALA 2

PERIÓDO 2



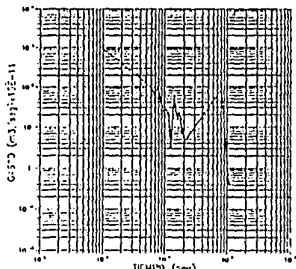
ESCALA 3

PERIÓDO 3



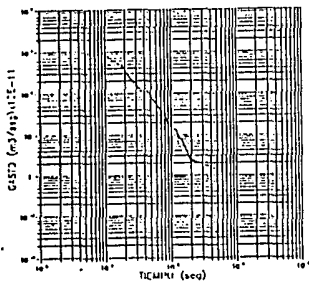
ESCALA 4

PERIÓDO 4



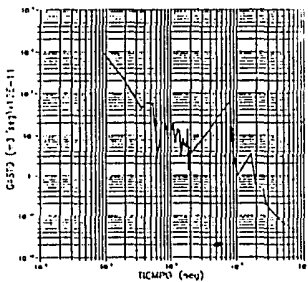
ESCALON 1

PERFORACION 1



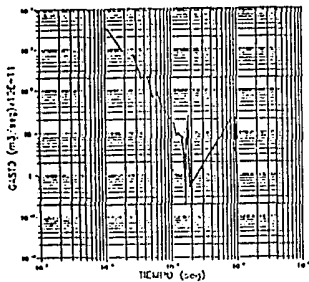
ESCALON 2

PERFORACION 2



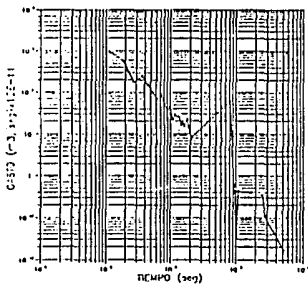
ESCALON 3

PERFORACION 3

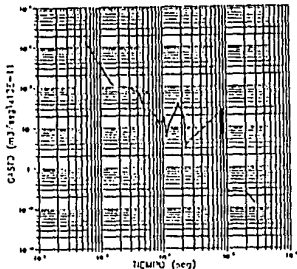


ESCALON 4

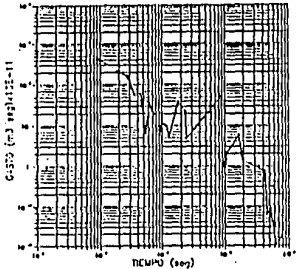
PERFORACION 4



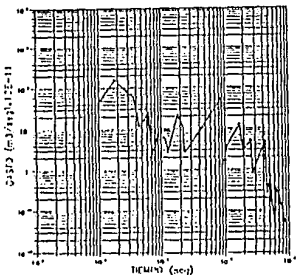
ESKAFIN 1 PEZONING 1



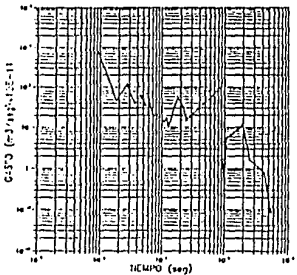
ESKAFIN 1 PEZONING 2



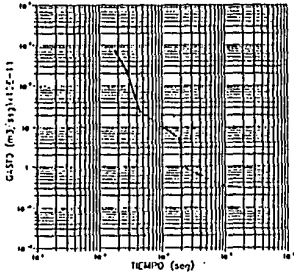
ESKAFIN 1 PEZONING 3



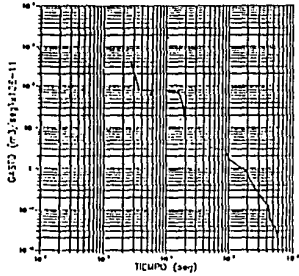
ESKAFIN 1 PEZONING 4



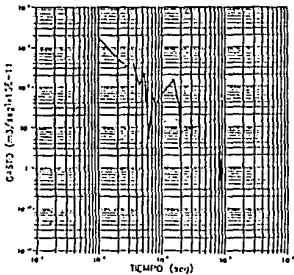
ESACRIM W PERIMETRO 1



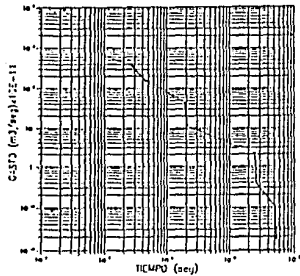
ESACRIM W PERIMETRO 2



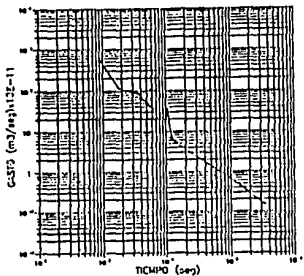
ESACRIM W PERIMETRO 3



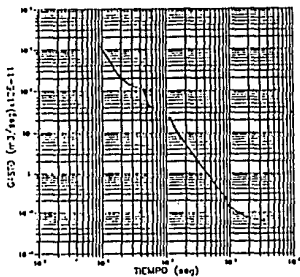
ESACRIM W PERIMETRO 4



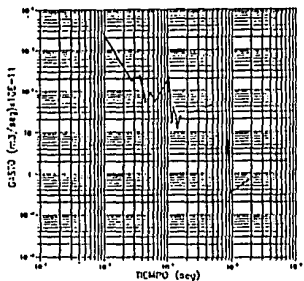
STATION # PELOTONO 1



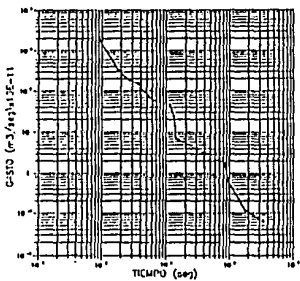
STATION # PELOTONO 2



STATION # PELOTONO 3

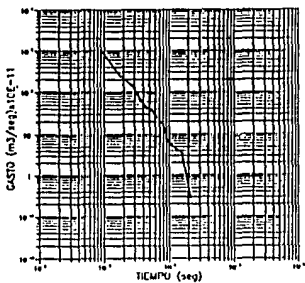


STATION # PELOTONO 4



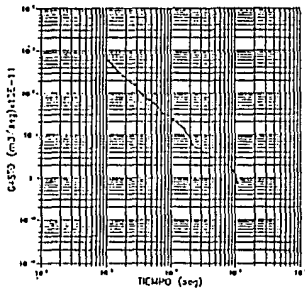
ESTACION 2

PERFORACION 1



ESTACION 2

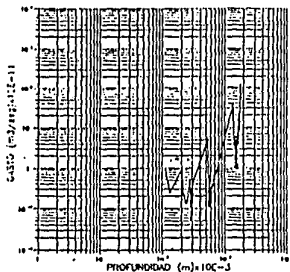
PERFORACION 3



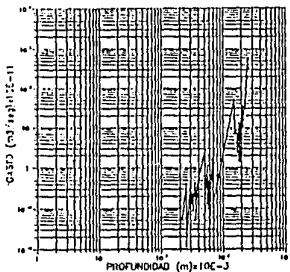


# **ANEXO N. 9**

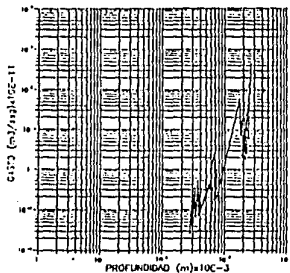
ESCALA A PERIMETRO 1



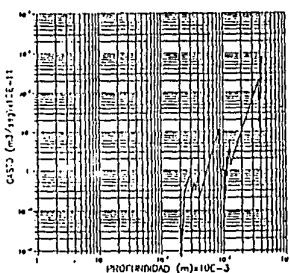
ESCALA A PERIMETRO 2



ESCALA A PERIMETRO 3



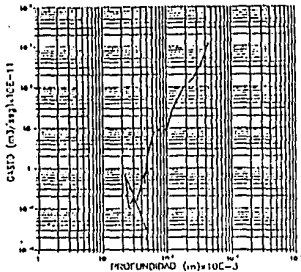
ESCALA A PERIMETRO 4





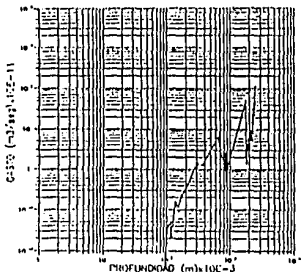
ESQUEMA E

PLANO, IND. 1



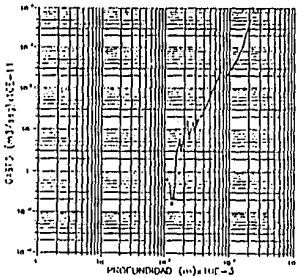
ESQUEMA E

PLANO, IND. 2



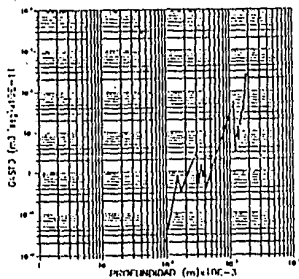
ESQUEMA E

PLANO, IND. 3



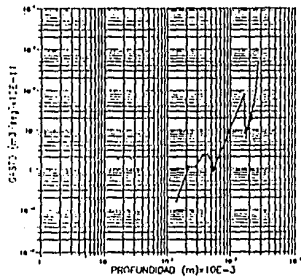
CARGAN F

PEZOMETRO 1



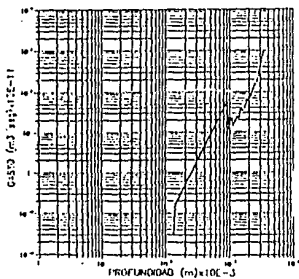
CARGAN F

PEZOMETRO 2



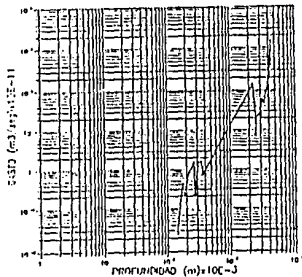
CARGAN F

PEZOMETRO 3



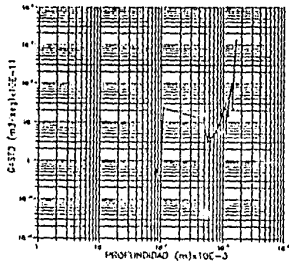
CARGAN F

PEZOMETRO 4



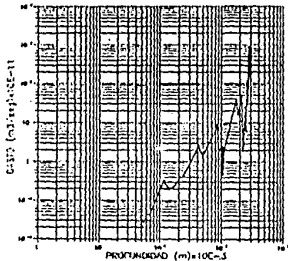
CLAVADO 6

PERFORADO 3



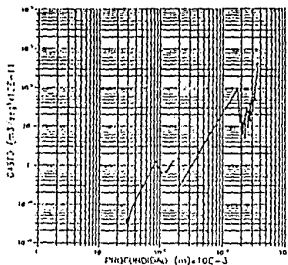
CLAVADO 6

PERFORADO 7



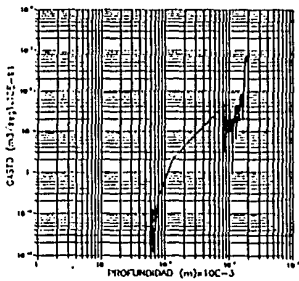
CLAVADO 6

PERFORADO 5



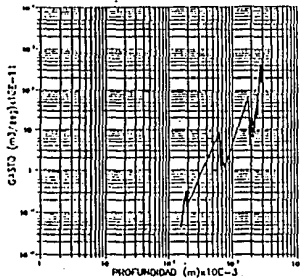
ESCALERA N°

PERFORACION 1



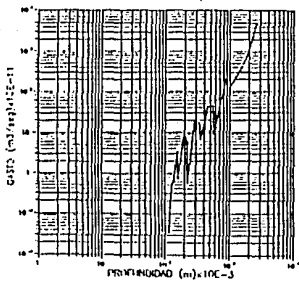
ESCALERA N°

PERFORACION 2



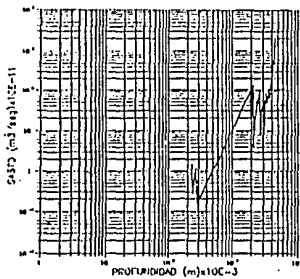
ESCALERA N°

PERFORACION 3



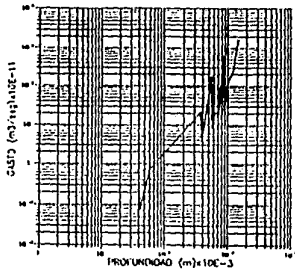
ESCALERA N°

PERFORACION 4



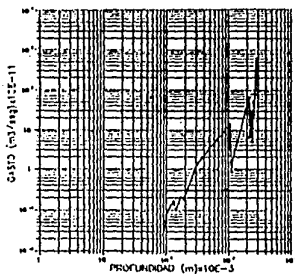
ESQUEMA 1

PERFORADO 1



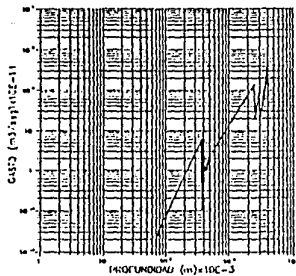
ESQUEMA 1

PERFORADO 2



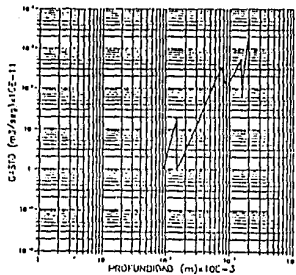
ESQUEMA 1

PERFORADO 4

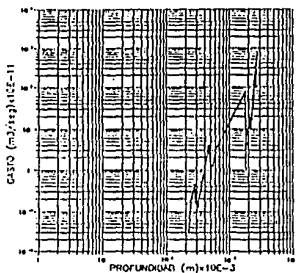




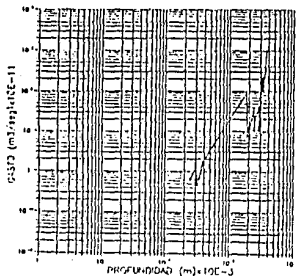
ESTACION # PEZONERO 1



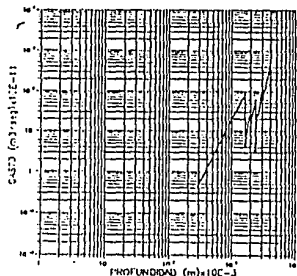
ESTACION # PEZONERO 2



ESTACION # PEZONERO 3

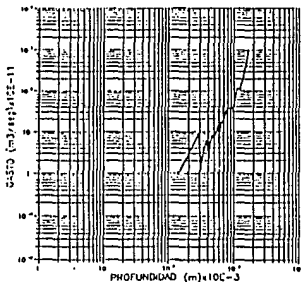


ESTACION # PEZONERO 4



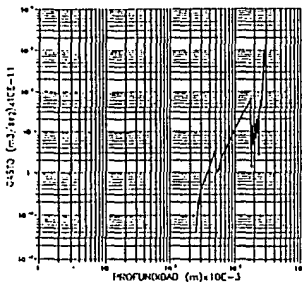
ESTACION 4

PIEZOMETRO 1



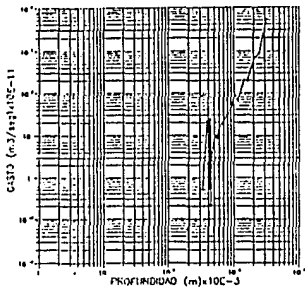
ESTACION 3

PIEZOMETRO 2



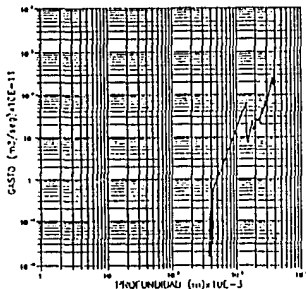
ESTACION 2

PIEZOMETRO 3

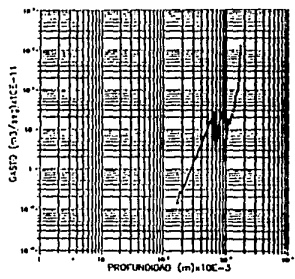


ESTACION 1

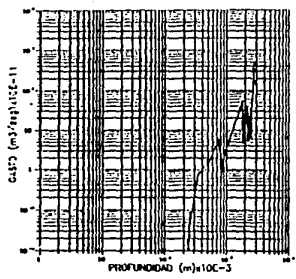
PIEZOMETRO 1



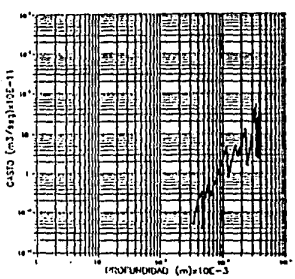
CAJON 1 PEZONERA 1



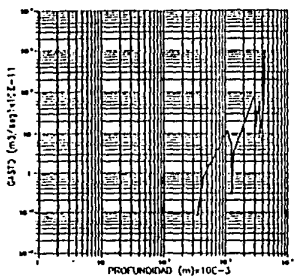
CAJON 1 PEZONERA 2



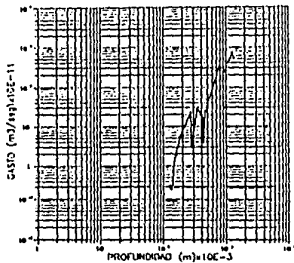
CAJON 1 PEZONERA 3



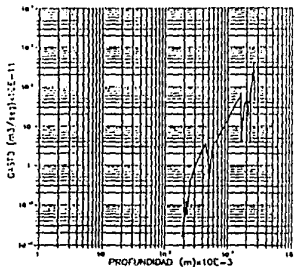
CAJON 1 PEZONERA 4



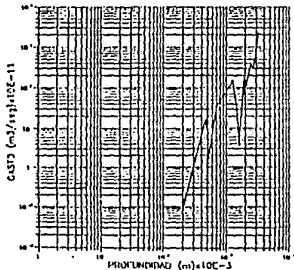
ESCALERA N° PELOMETRO 1



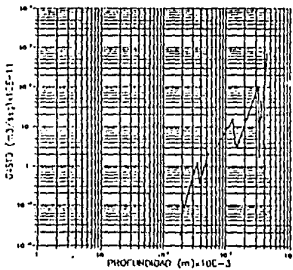
ESCALERA N° PELOMETRO 2



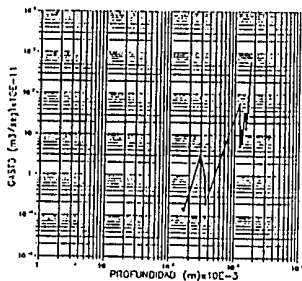
ESCALERA N° PELOMETRO 3



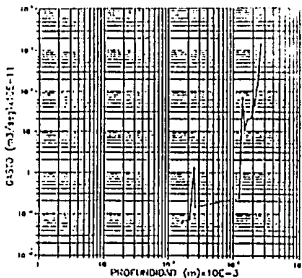
ESCALERA N° PELOMETRO 4



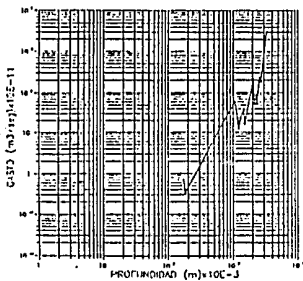
ESTACION N.º 1 PERIODO 1



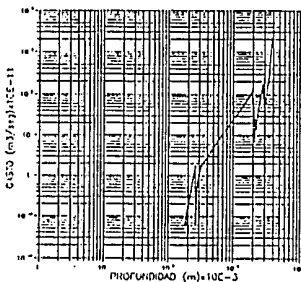
ESTACION N.º 2 PERIODO 2



ESTACION N.º 3 PERIODO 3

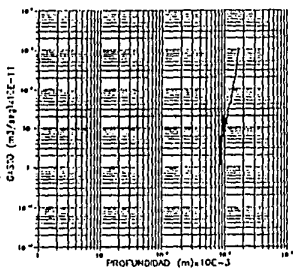


ESTACION N.º 4 PERIODO 4



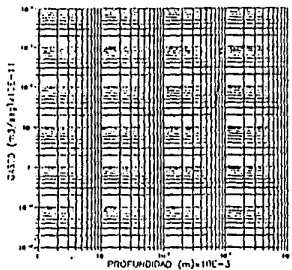
SECCION 2

PERIMETRO 1



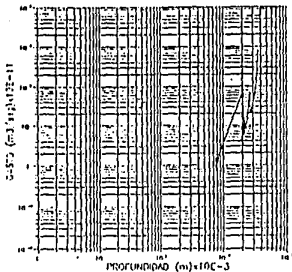
SECCION 2

PERIMETRO 3

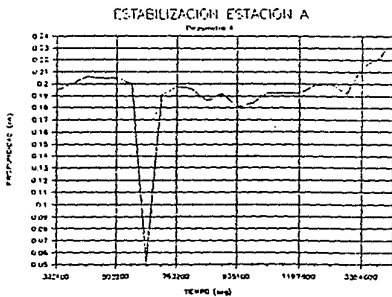
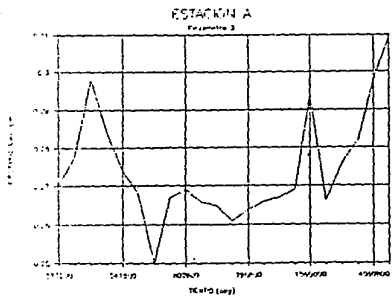
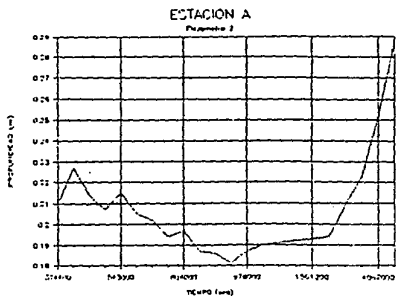
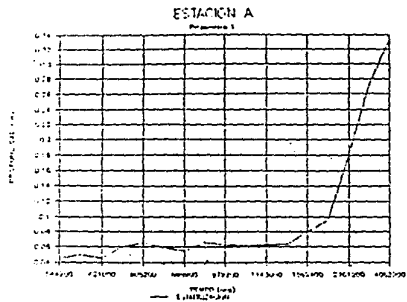


SECCION 2

PERIMETRO 3



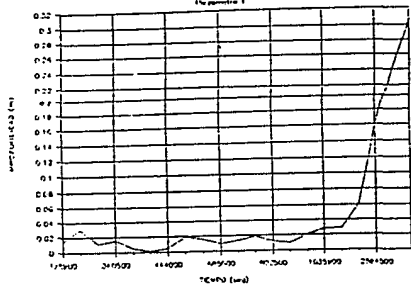
# ANEXO N.º 10





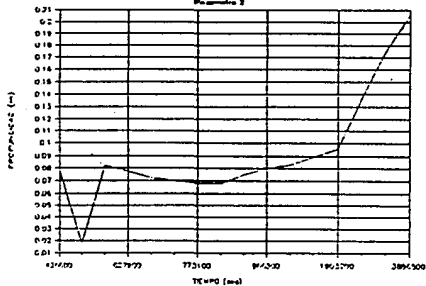
### ESTABILIZACION ESTACION B

Parámetro 1



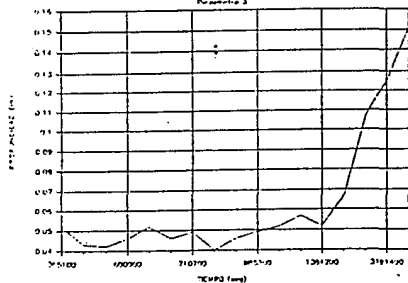
### ESTABILIZACION ESTACION B

Parámetro 2



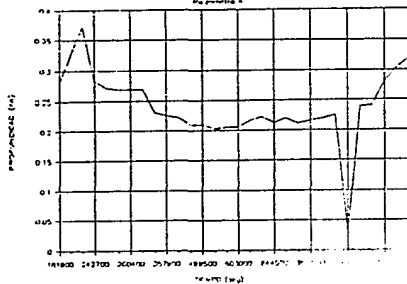
### ESTABILIZACION ESTACION B

Parámetro 3

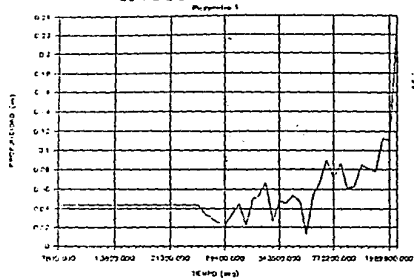


### ESTABILIZACION ESTACION B

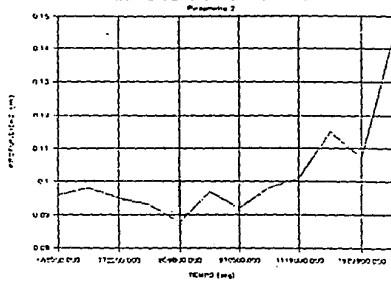
Parámetro 4



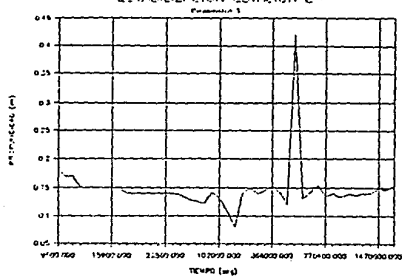
### ESTABILIZACION ESTACION E



### ESTABILIZACION ESTACION E

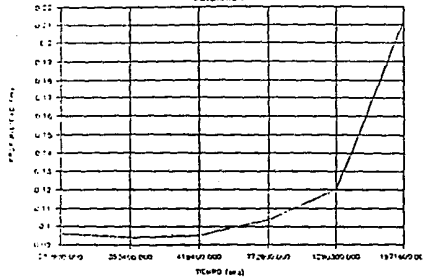


### ESTABILIZACION ESTACION E



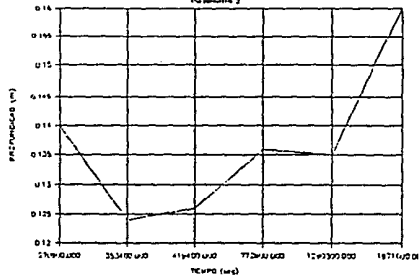
### ESTACION F

Parámetro 1



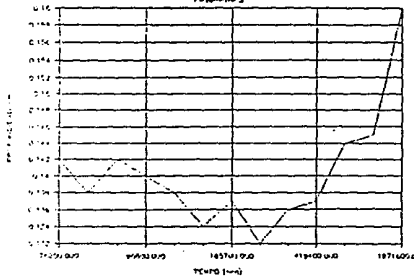
### ESTACION F

Parámetro 2



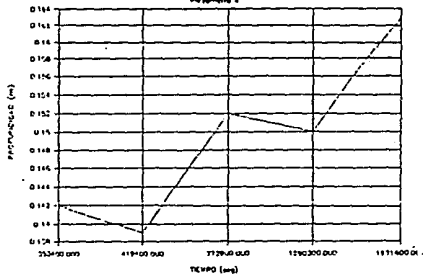
### ESTABILIZACION ESTACION F

Parámetro 3

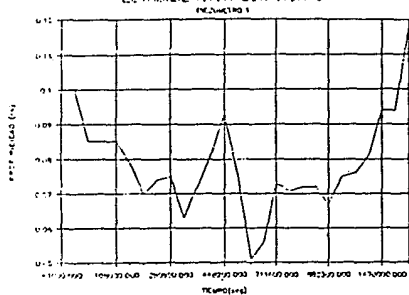


### ESTABILIZACION ESTACION F

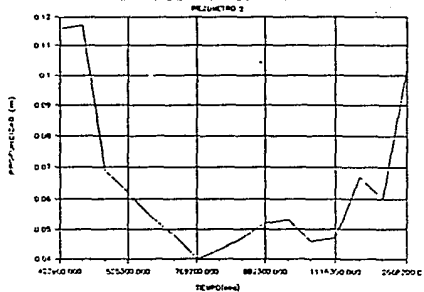
Parámetro 4



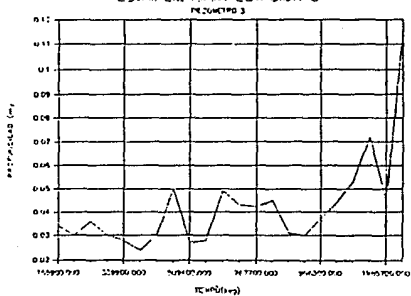
ESTABILIZACION ESTACION G



ESTABILIZACION ESTACION G

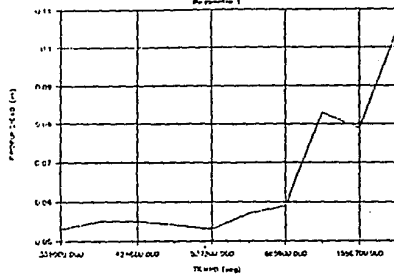


ESTABILIZACION ESTACION G



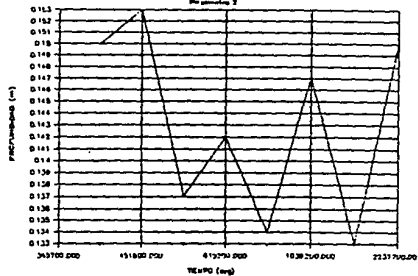
### ESTABILIZACION ESTACION H

Por promedio 1



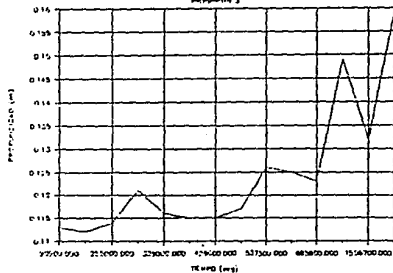
### ESTABILIZACION ESTACION H

Por promedio 2



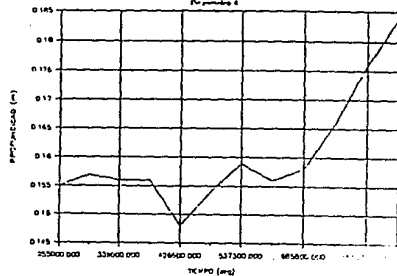
### ESTABILIZACION ESTACION H

Por promedio 3

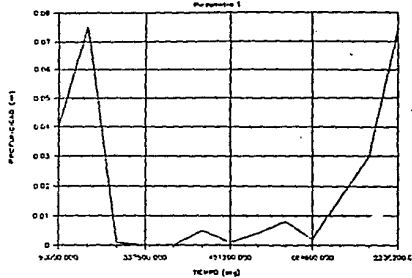


### ESTABILIZACION ESTACION H

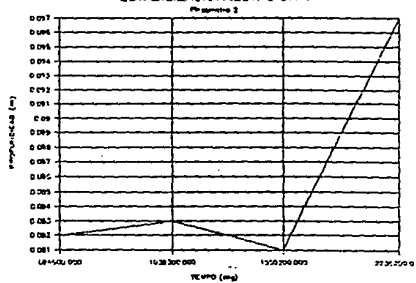
Por promedio 4



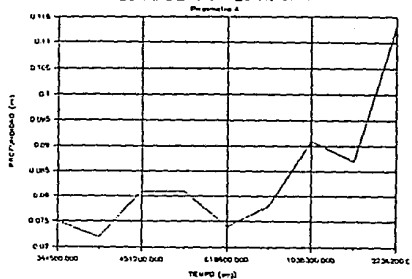
### ESTABILIZACION ESTACION I



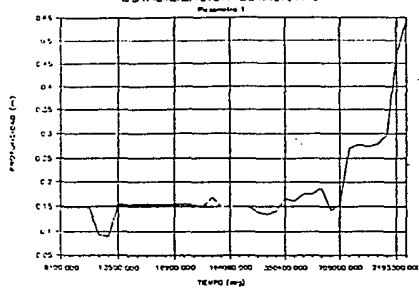
### ESTABILIZACION ESTACION I



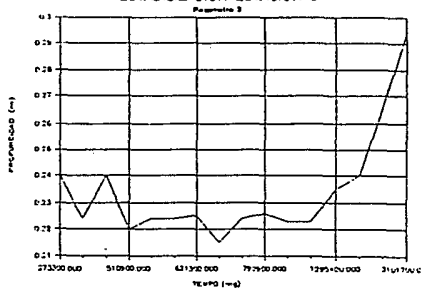
### ESTABILIZACION ESTACION I



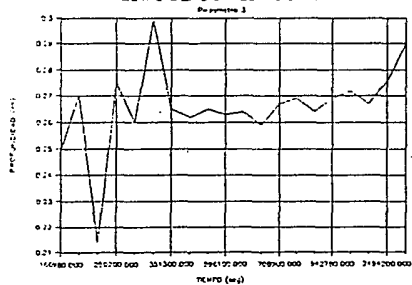
ESTABILIZACION ESTACION J



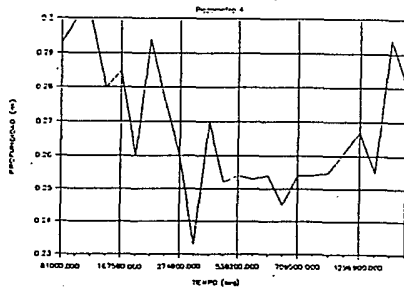
ESTABILIZACION ESTACION J



ESTABILIZACION ESTACION J

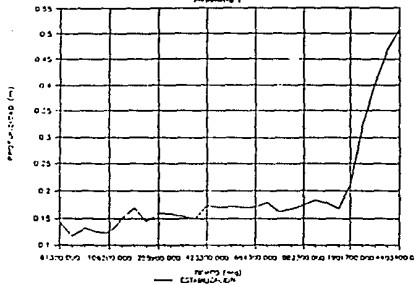


ESTABILIZACION ESTACION J



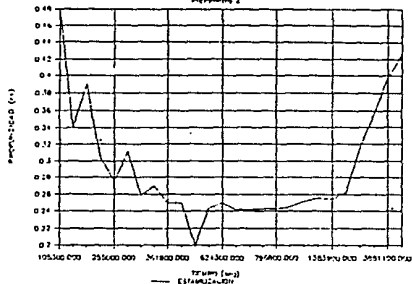
### ESTACION K

Diagrama 1



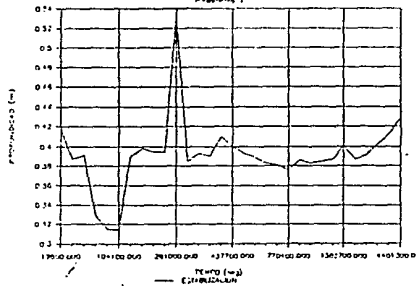
### ESTACION K

Diagrama 2



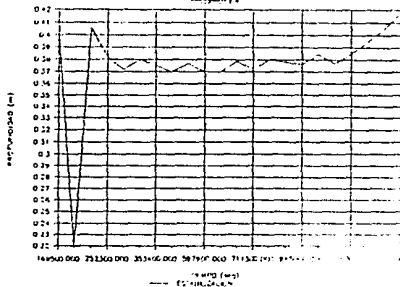
### ESTACION K

Diagrama 3



### ESTACION K

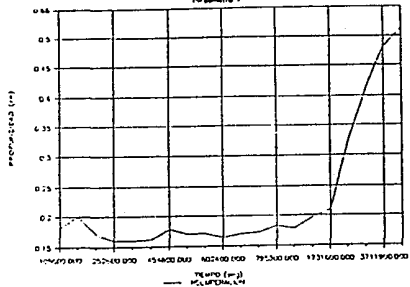
Diagrama 4





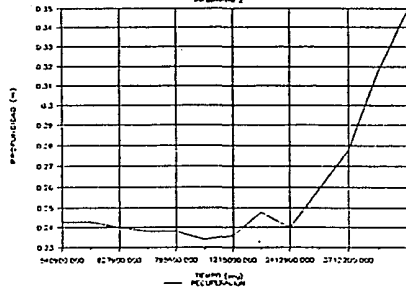
### ESTACION L

Parámetro 1



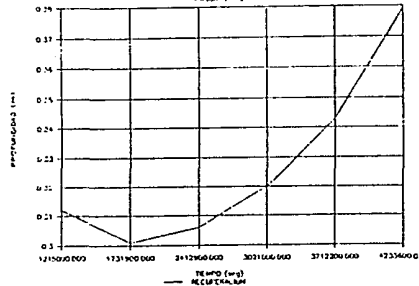
### ESTACION L

Parámetro 2



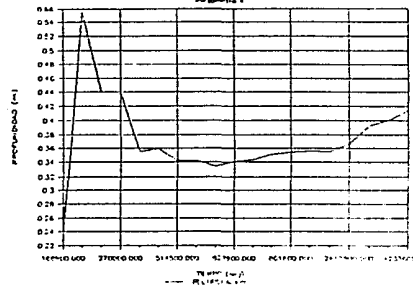
### ESTACION L

Parámetro 3



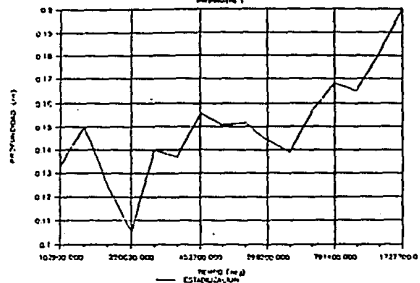
### ESTACION L

Parámetro 4



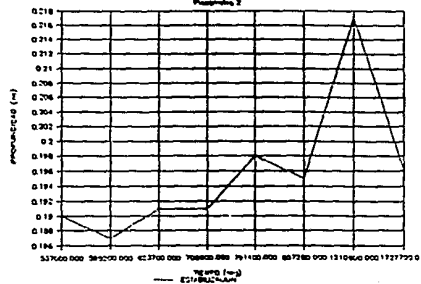
### ESTACION M

Diagrama 1



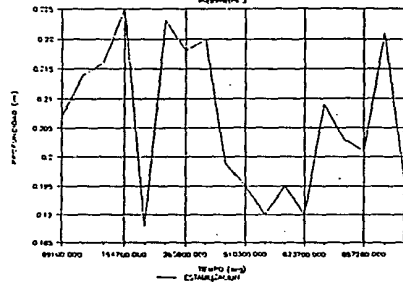
### ESTACION M

Diagrama 2



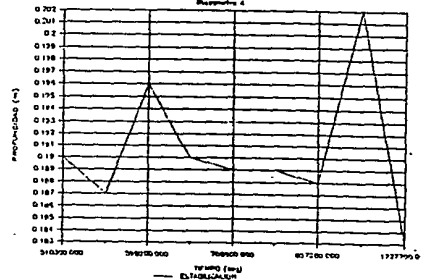
### ESTACION M

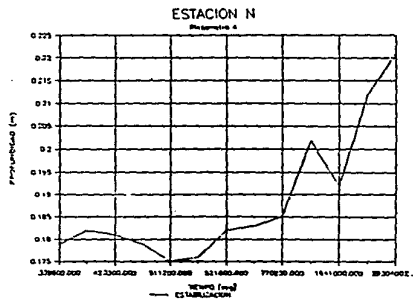
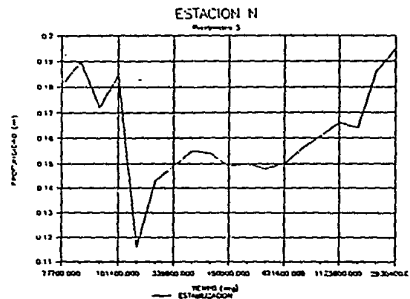
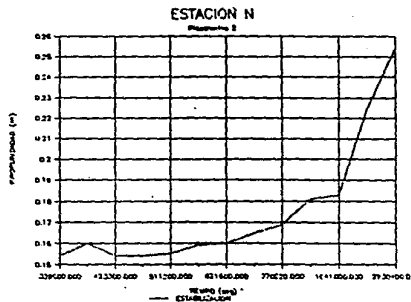
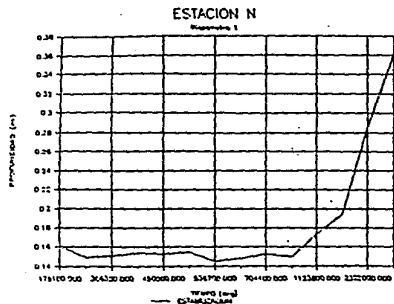
Diagrama 3

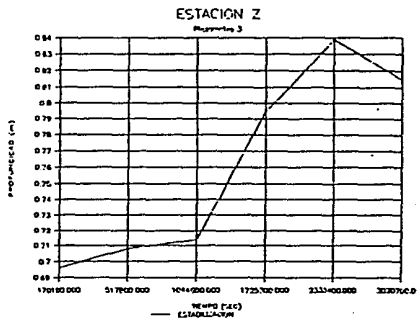
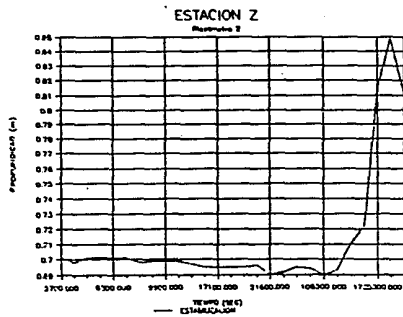
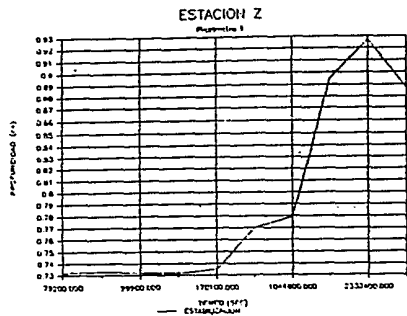


### ESTACION M

Diagrama 4

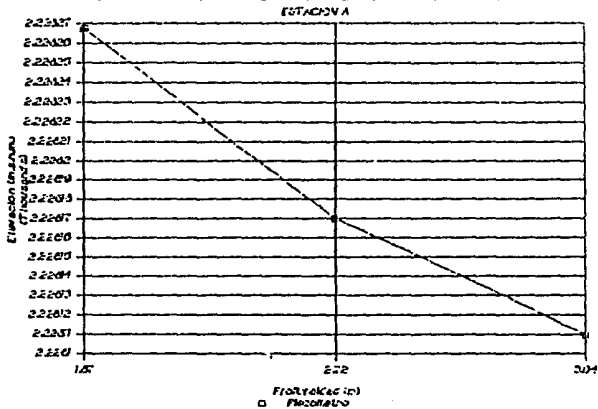




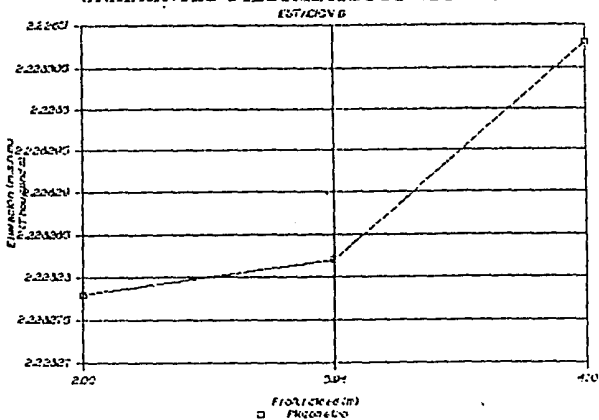


# **ANEXO N.11**

## GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES

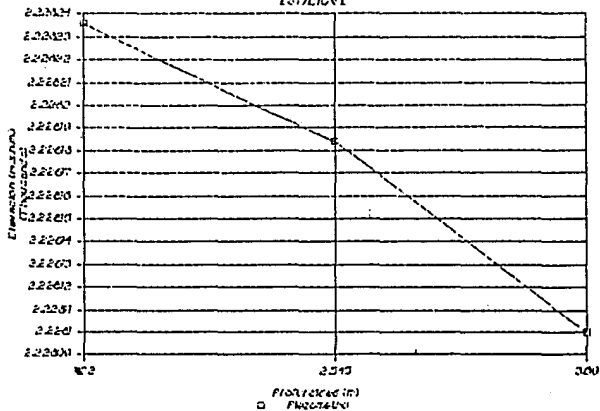


## GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES



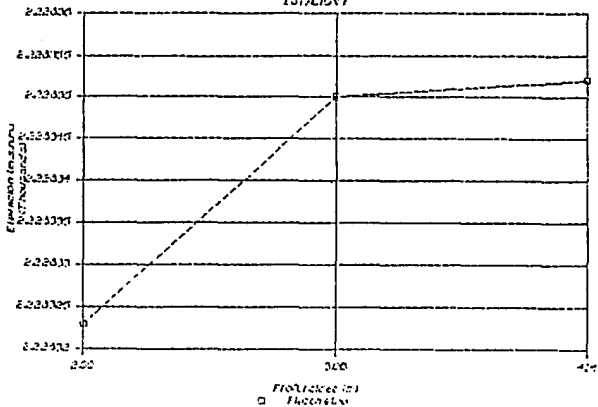
# GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES

ESTACION F

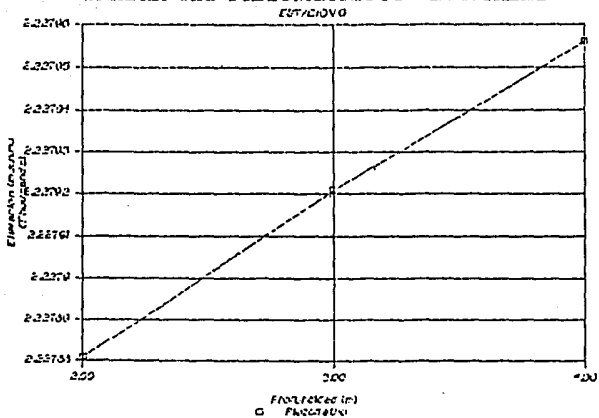


# GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES

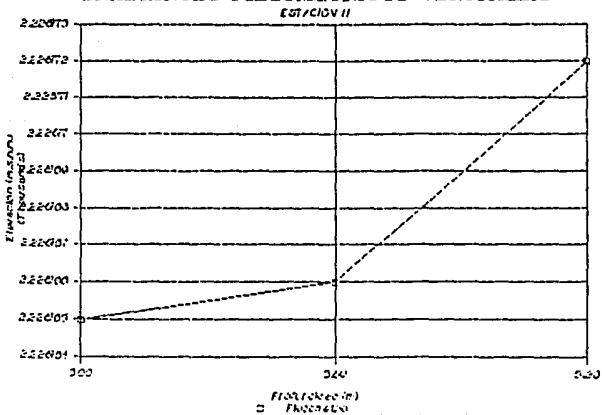
ESTACION G



### GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES

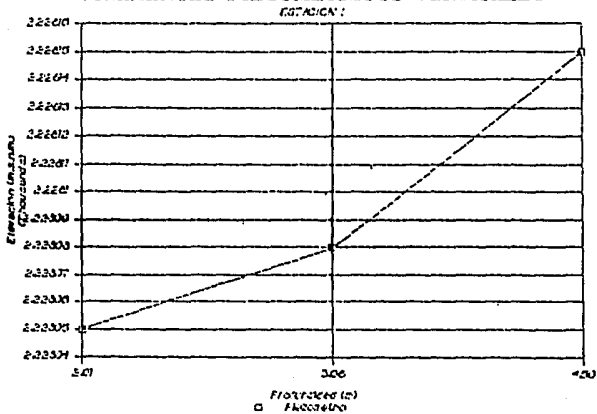


### GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES

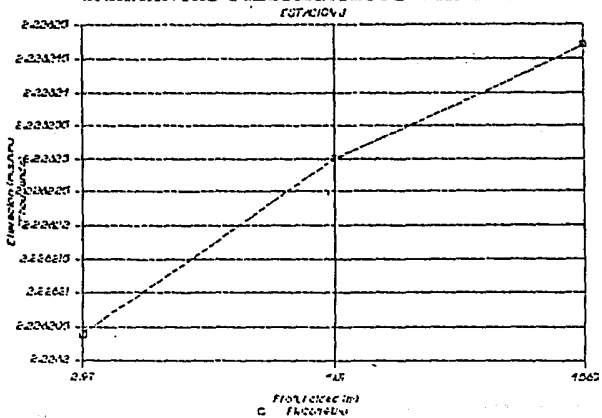




### GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES

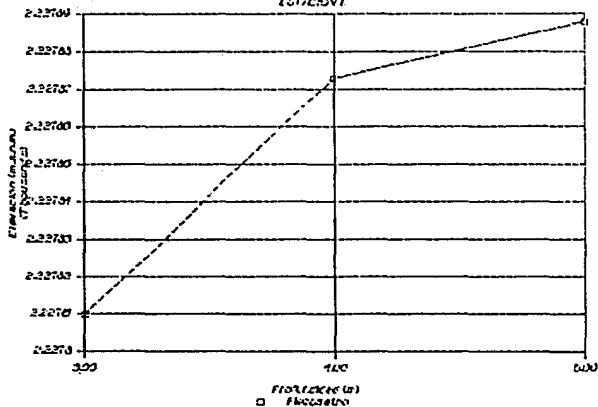


### GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES



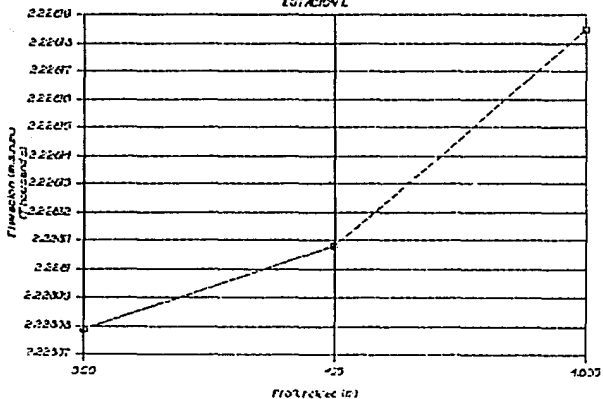
## GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES

ESTACION F

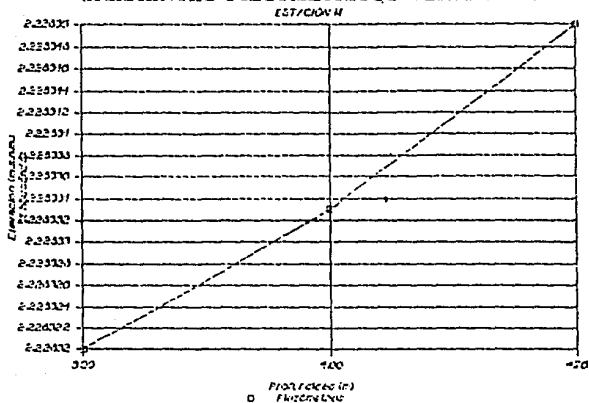


## GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES

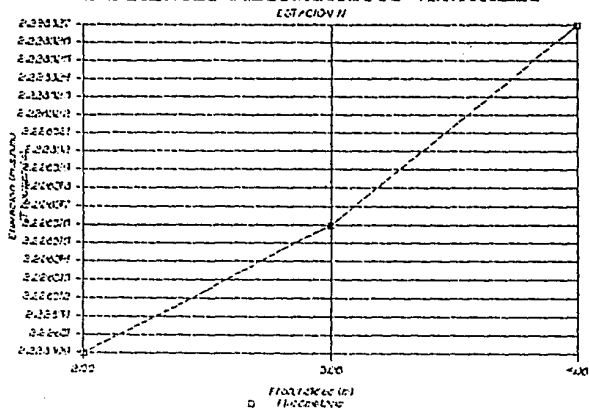
ESTACION L



## GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES



## GRADIENTES PIEZOMETRICOS VERTICALES



# **ANEXO N.12**

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	1.87000	2228.26800
2	2.72000	2228.17000
3	3.04000	2228.11000

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= -.70853 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.46300

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION A

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	2.00000	2228.27800
2	3.94000	2228.28200
3	4.10000	2228.30800

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .06315 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.25800

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION B

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	1.22000	2228.23600
2	2.54500	2228.18400
3	3.69000	2228.10000

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= -.26530 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.26700

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION E

1	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	2.00000	2228.32300
2	3.06000	2228.35000
3	4.14000	2228.35200

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .09983 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.29500

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION F

1	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	2.00000	2227.88100
2	3.00000	2227.92100
3	4.00000	2227.95600

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .24637 ORDENADA AL ORIGEN= 2227.80600

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION G

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	3.00000	2228.16500
2	3.80000	2228.16800
3	5.20000	2228.17200

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .03262 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.14800

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION H

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	2.01000	2228.05000
2	3.08000	2228.00800
3	4.50000	2228.01500

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= -.10346 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.07400

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION I

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	2.97000	2228.20400
2	4.01000	2228.23000
3	4.68500	2228.24700

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .22586 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.09500

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION J

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	3.00000	2227.81000
2	4.00000	2227.87300
3	5.00000	2227.88800

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .34974 ORDENADA AL ORIGEN= 2227.65000

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION K

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	3.00000	2228.07900
2	4.15000	2228.10800
3	4.63500	2228.16500

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .47550 ORDENADA AL ORIGEN= 2227.84500

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION L



I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	3.00000	2228.32000
2	4.00000	2228.33300
3	4.76000	2228.35000

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .13522 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.25500

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION M

I	ABSCISA	DATOS DE ENTRADA ORDENADA
1	2.00000	2228.30900
2	3.06000	2228.31600
3	4.06000	2228.32700

PARAMETROS DE LA RECTA AJUSTADA:  
 PENDIENTE= .05067 ORDENADA AL ORIGEN= 2228.29400

GRADIENTE PIEZOMETRICO ESTACION N