



ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. DE C.V.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE
PERMEABILIDAD Y DE LA PROFUNDIDAD
DE ACUÍFEROS PARA LAS 2ª Y 3ª ETAPAS
DEL FRACCIONAMIENTO GREENHOUSE,
HUIXQUILUCAN, ESTADO DE MÉXICO.

Enero del 2005

CAMINO EL MEXICANO 123 COL. SAN ANDRÉS 02140 APOCALUCO, D.F.
TEL 5343-5535 TELIFAX 5301-1232 e-mail: ecceggi@salto.net



ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. DE C.V.

PERMEABILIDAD 2ª Y 3ª ETAPAS GREENHOUSE

CONTENIDO

1.- GENERALIDADES

- 1.1.- Antecedentes
- 1.2.- Características geológicas

2.- TRABAJOS DE CAMPO

- 2.1.- Exploración
- 2.2.- Determinación del coeficiente de permeabilidad

3.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1.- Sondeos geoelectricos
- 3.2.- Coeficiente de permeabilidad

4.- CONCLUSIONES

- 4.1.- Conclusiones



ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. DE C.V.

PERMEABILIDAD 2ª Y 3ª ETAPAS GREENHOUSE

1.- GENERALIDADES

1.1.- Antecedentes

El GRUPO FM proyecta en un predio de 42.65 ha el desarrollo de las 2ª y 3ª Etapas del fraccionamiento Greenhouse, el cual se localiza en el municipio de Huixquilucan, estado de México, figura 1, por lo que el Ing. Enrique Abarca Zugarazo, Gerente de Construcción del Grupo FM, nos solicitó el presente estudio con los siguientes alcances:

- i. Determinar el coeficiente de permeabilidad del subsuelo.
- ii. Ubicar la profundidad de los acuíferos.

1.2.- Características geológicas

El sitio de estudio se ubica al Oeste de la ciudad de México, dentro de la Sierra de Las Cruces. Esta formación se extiende desde la Sierra de Zempoala, al Sur, hasta la Sierra de La Bufa o Rehilete al Norte.

Geológicamente la Sierra de Las Cruces está formada por una serie de elevados aparatos escudo-volcanes, flanqueados al Este y Oeste por abanicos volcánicos compuestos por materiales piroclásticos y depósitos fluviales, figura 2.

2.- TRABAJOS DE CAMPO

2.1.- Exploración

La campaña de exploración se inició con un reconocimiento superficial del área en estudio. De este reconocimiento superficial se obtiene que el suelo está conformado, básicamente, por tres tipos, figura 3:

- a) Toba arcillosa, de color café. De alta resistencia al esfuerzo cortante y baja compresibilidad.
- b) Aglomerado sedimentario, compuesto por suelos friccionantes, gravas y arenas, así como por boleas de hasta más de 1.0 m de diámetro.
- c) Relleno compacto. El material de relleno es producto de suelos de la zona.

La exploración continuó con el levantamiento de la estratigrafía de los cortes existentes en la zona. La altura de los cortes es mayor a los 6.0 m, existentes para la construcción de las vialidades.

Las condiciones geohidrológicas del sitio se evaluaron considerando la resistividad que el suelo ofrece al paso de la corriente eléctrica, así se aplicó el método eléctrico de resistividad denominado "sondeo eléctrico vertical". SEV, con el arreglo Schlumberger.

El método de exploración de SEV consiste en obtener, para cada serie de distancias electrónicas, la curva de resistividad aparente, a partir de la medición simultánea de la corriente directa transmitida desde una fuente controlada y la diferencia de potencial producida en la superficie. Las curvas que se obtienen en el campo son analizadas y capturadas para su inversión matemática a un modelo estratificado, con el auxilio de un programa de cómputo, a partir de un modelo inicial que es ajustado a la curva observada.

En este caso, la distribución de las resistividades en el subsuelo se determinan mediante cuatro electrodos colineales, dos de los cuales, A y B, sirven para introducir corriente eléctrica al terreno y para medir la diferencia de potencial se utilizó el otro dipolo, M y N, en este método la distancia entre A y B debe ser al menos cinco veces la distancia entre M y N, figura 4. Las resistividades aparentes se calculan en campo mediante la siguiente fórmula:

$$\rho_a = K \Delta V / I$$

CAMPO EL MEXICANO 123 COL. SAN ANDRES 02240 AZCAPOTZALCO D.F.
TEL 5563-5535 TEL/FAX 5501-1333 e-mail: cpi@azcapotzalco.com.mx



ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S A DE C. V.

PERMEABILIDAD 2ª Y 3ª ETAPAS, GREEN-HOUSE

dónde

| | |
|------------|--------------------------------------|
| ρ_a | resistividad aparente |
| K | factor geométrico del arreglo |
| ΔV | diferencia del potencial |
| I | intensidad de la corriente eléctrica |

Para la 2ª y 3ª Etapas del Conjunto Urbano Greenhouse se realizaron dos SEV's con arreglo Schlumberger y distancias interelectrónicas, AB, de 10 hasta 1000 m y 8 puntos por ciclo logarítmico.

La localización de las estaciones geoelectricas y los sitios en los que se determino el coeficiente de permeabilidad se muestra en la figura 5.

EQUIPO GEOFÍSICO.

La obtención de la resistividad en campo se realizó mediante un transmisor de corriente eléctrica marca ResisElect. modelo TS-1, con una potencia de 750 W, la señal de salida de la corriente eléctrica es en forma de ondas cuadradas, con igual duración de encendido/apagado seleccionable de 2, 4 y 8 s, alternando la polaridad de los pulsos. La unidad de control tiene medidores de lectura digital para la tensión eléctrica de entrada, cuenta con una resolución de 1 mA y posibilidad de registrar hasta 2 A y es alimentado por un moto-generador de 5000 W. El potencial eléctrico se midió con un voltímetro de lectura digital con diversas escalas, resolución de 0.1 mV capacidad de 10 V.

Los electrodos de potencial son de acero con cubierta de cobre y los de corriente son de acero. Los cables cuentan con forro aislante y son de cobre acerado con una sección transversal de 1,307 mm².

2.2.- Determinación de la permeabilidad

Dadas las características granulométricas del suelo, la determinación del coeficiente de permeabilidad se determino por medio de la prueba Matsuo, para lo cual se excavaron tres zanjas rectangulares de 1.0 m de ancho por 2.0 m de longitud y 0.7 m de profundidad. La prueba consiste básicamente, en llenar la zanja y mantener el nivel constante con un gasto Q_1 . Posteriormente, en la misma zanja se excava una longitud adicional, L_a , para nuevamente llenar hasta cierto nivel la zanja el cual se mantendrá constante por medio de un gasto Q_2 . La diferencia entre los dos gastos, Q_2 y Q_1 . Definen el gasto que pasa por la zona excavada. El coeficiente de permeabilidad se determino aplicando la siguiente expresión:

$$k = (Q_2 - Q_1) / (L_a (B - 2h))$$

siendo:

| | |
|-------|------------------------------|
| k | coeficiente de permeabilidad |
| Q_2 | gasto primera etapa |
| Q_1 | gasto segunda etapa |
| L_a | longitud adicional excavada |
| B | ancho de la sección |
| h | tirante de agua |

3 - ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1.- Sondeos geoelectricos

En el método aplicado las curvas de campo de resistividad aparente fueron analizadas y procesadas, mediante el programa de cómputo Resix, con el propósito de obtener modelos estratificados de resistividad en cada estación, cuyas curvas de resistividad aparente ajusten aceptablemente a los datos observados.



PERMEABILIDAD 2ª Y 3ª ETAPAS GREEN-COUSE

En las figuras 6 y 7 se muestran las resistividades y los espesores resultantes del procesamiento de los SEV's. Asimismo, en la siguiente tabla se presentan las unidades geofísicas que fueron determinadas sin tomar en cuenta la topografía existente, por lo que la información deben considerarse a partir de la superficie actual del terreno.

| UNIDAD GEOFISICA | RESISTIVIDAD | ESPESOR | PROFUNDIDAD A PARTIR DE LA SUPERFICIE | CORRELACIÓN GEOLOGICA |
|---------------------|------------------|----------------|---|---|
| | $\Omega \cdot m$ | m | m | |
| U 1 | 75 a 100 | 4.70 – 6.30 | 4.70 a 6.30 | Toba arcillosa, posiblemente fisurada. |
| U 2 | 40 a 45 | 30.0 – 20.1 | 34.70 a 26.40 | Toba arcillosa compacta. |
| U 3 | 139 a 300 | 150.3 – 175.8 | 185.0 – 202.2 | Material constituido por una alternancia ciclica de tobas areno- limo – arcillosas. |
| U 4 | 46 a 58 | No determinado | No determinada | Tobas arcillosas saturadas. |

Las unidades geofísicas anteriores presentan la siguiente correspondencia geológica:

La unidad geofísica U1 constituye la capa superficial de materiales alterados que corresponden a tobas arcillosas en estado de relajación y que se encuentran coronando a tobas arcillosas de la unidad U2.

La unidad geofísica U2 se encuentra delimitada por un marcado contraste en sus propiedades físicas 40 a 45 $\Omega \cdot m$ y es asociada a un estrato arcilloso 20 a 30 m considerado geotécnicamente de buena calidad.

La unidad U3 se caracteriza principalmente por sus altas resistividades, 139 a 300 $\Omega \cdot m$, y se asocia a una alternancia de materiales areno-arcillosos, los cuales son debidos a las diferentes emisiones volcánicas de la formación Tarango con posible fracturamiento y bajo porcentaje de saturación.

La unidad geofísica U4, constituye el substrato o basamento geoelectrico que dada su baja resistividad, se interpreta como una secuencia de tobas arcillosas con un mediano a alto porcentaje de saturación.

3.1.- Coeficiente de permeabilidad

La prueba Matsuo se desarrollo, según la figura 8, en los suelos clasificados como toba arcillosa y aglomerado, en los cuales el coeficiente de permeabilidad vario, respectivamente de 4.56×10^{-4} a 1.73×10^{-5} y 6.82×10^{-5} a 8.34×10^{-6} .

4.- CONCLUSIONES

4.1 - Conclusiones

Con base en lo anterior, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- ✓ El predio en estudio se localiza dentro de la Formación Tarango, la cual está conformada por principalmente por diferentes emisiones volcánicas de diversos materiales pumiciticos, los cuales subyacen a una toba arcillosa.
- ✓ Las unidades geofísicas U2 y U3 corresponden a tobas, básicamente, arcillosas, compactas de alta resistencia al esfuerzo cortante y baja permeabilidad para transmitir el agua superficial.
- ✓ La unidad U3, de 150 a 175 m de espesor se asocia a una secuencia aritmica de tobas areno arcillosas que por sus valores de resistividad altos, 139 a 300 $\Omega \cdot m$, posiblemente ocultan el grado de saturación de estos materiales.



ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. D.E. C.V.

PERMEABILIDAD 2ª Y 3ª ETAPAS GUELINQUIL

- ✓ La unidades U4 representa al basamento que corresponde un toba arcillosa, saturada, se localizada aproximadamente a 200 m de profundidad.
- ✓ El coeficiente de permeabilidad del suelo expuesto superficialmente, varia para la toba arcillosa y el aglomerado, 4.56×10^{-4} a 1.73×10^{-5} y, 5.82×10^{-3} a 8.34×10^{-4} , respectivamente.
- ✓ Al menos hasta la profundidad de 200 m no se localizo un acuífero.

Atentamente

Ing. Carlos García Romero
Director General



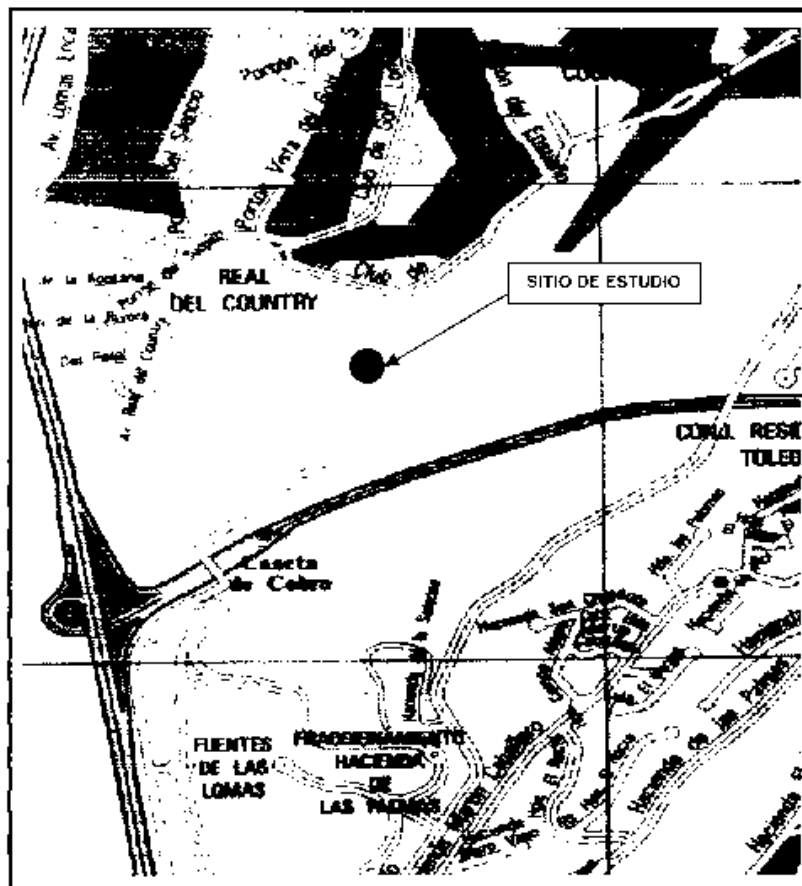
ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. DE C.V.

FIGURAS



ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. DE C.V.

**2ª Y 3ª ETAPAS FRACCIONAMIENTO GREENHOUSE
HUIXQUILUCAN, ESTADO DE MÉXICO
DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y PROFUNDIDAD DE ACUÍFEROS**

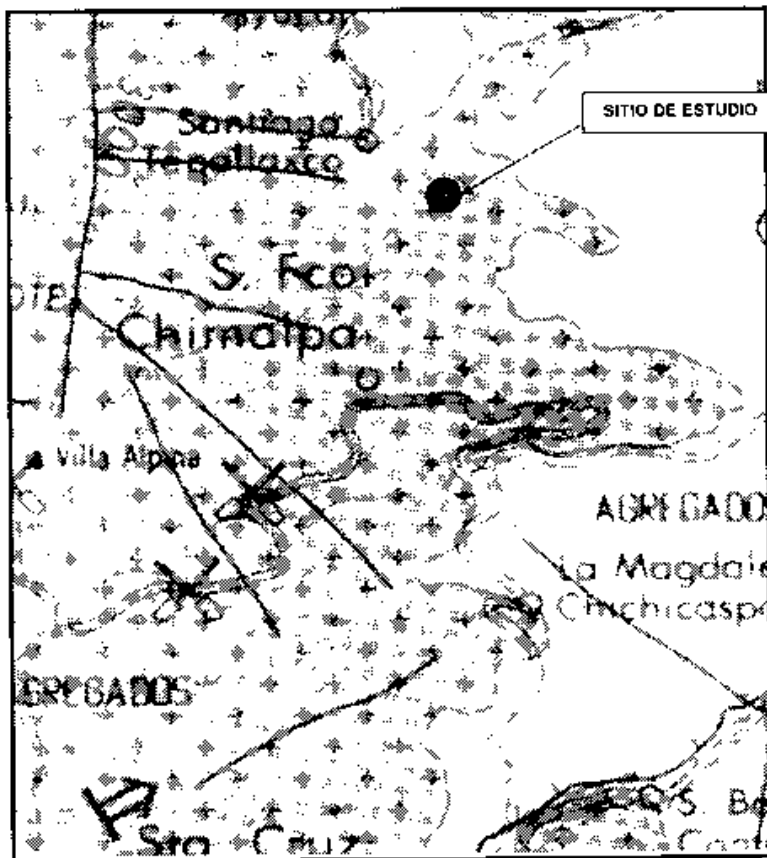




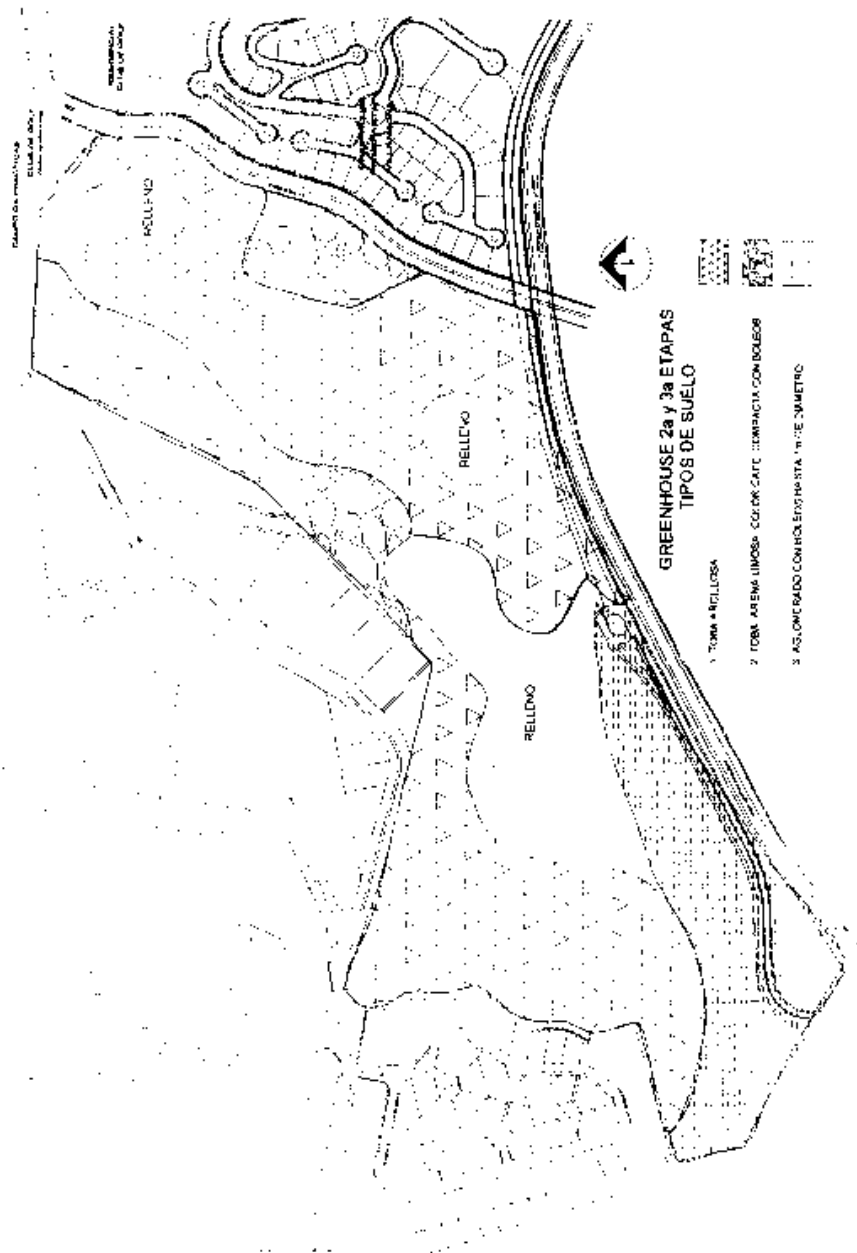
ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S A DE C.V.

GEOLOGÍA REGIONAL

2ª y 3ª ETAPAS CONJUNTO URBANO GREENHOUSE,
HUIXQUILUCAN, EDO. DE MÉXICO



DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y PROFUNDIDAD DE ACUÍFEROS

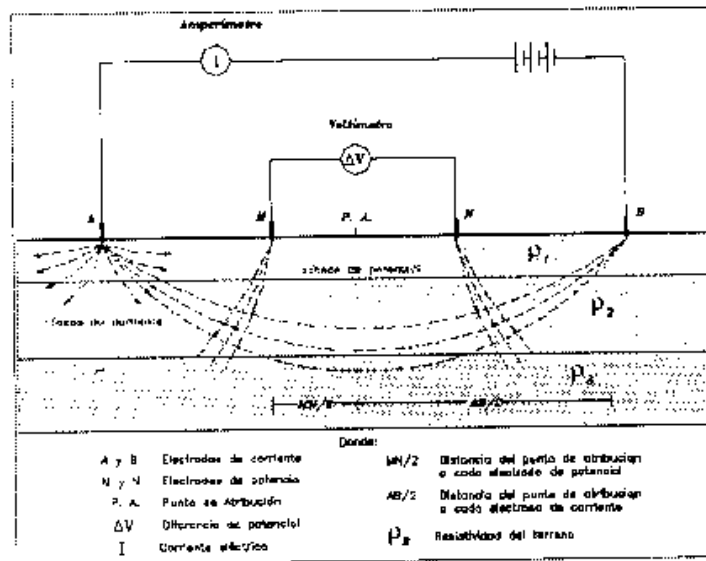




ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. DE C.V.

2ª y 3ª ETAPAS CONJUNTO URBANO GREENHOUSE.
HUIXQUILUCAN ESTADO DE MÉXICO

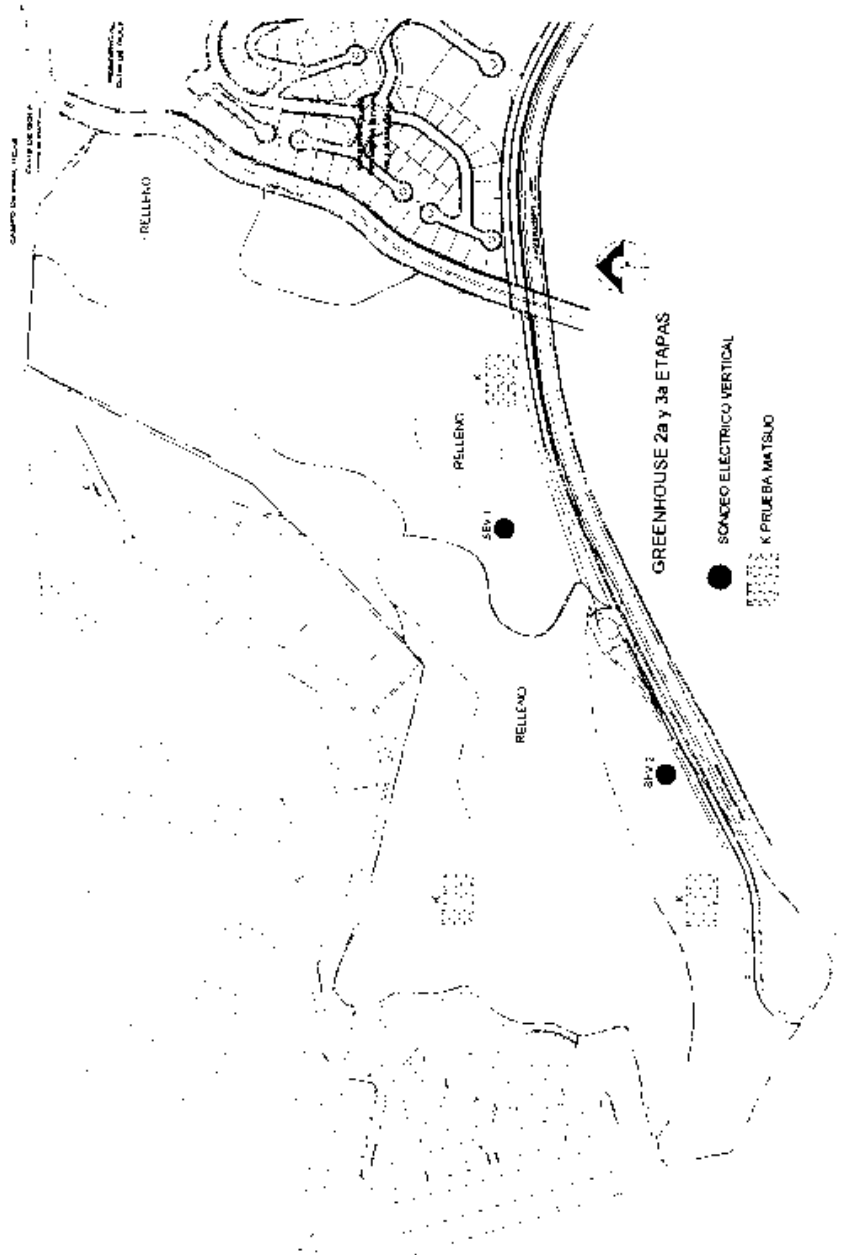
ARREGLO TETRAELECTRÓDICO SCHLUMBERGER





ESTUDIOS E INGENIERIA GR

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y
PROFUNDIDAD DE ACUÍFEROS

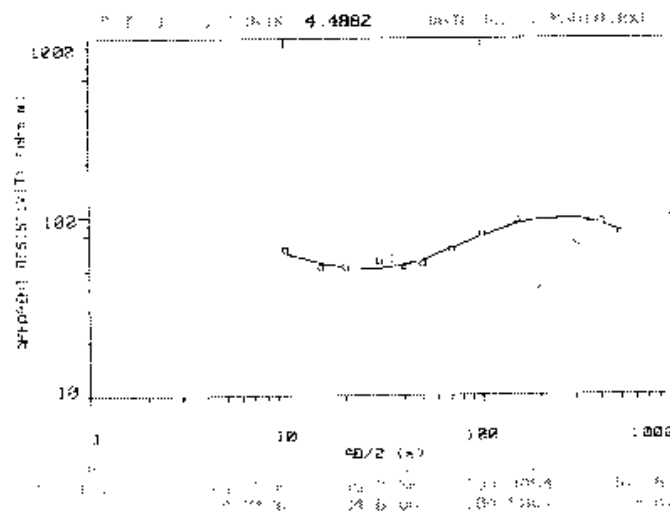




ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. DE C.V.

2ª Y 3ª ETAPAS CONJUNTO URBANO GREENHOUSE
HUIXQUILUCAN, ESTADO DE MÉXICO

ELECTROESTRATIGRAFÍA SEV 1





ESTUDIOS E INGENIERIA GR
S.A. DE C.V.

2ª Y 3ª ETAPAS CONJUNTO URBANO GREENHOUSE
HUIXQUILUCAN, ESTADO DE MÉXICO

ELECTROESTRATIGRAFÍA SEV 2

