PROY-1188
v.1 c.1



ND-1-3-718
719
720
822
823
824
825
826
827
828

**SQM**

# INFORME HIDROGEOLOGICO

# SALAR SUR VIEJO, I REGION

Preparado para : Sub Gerencia Propiedad y Desarrollo Minero, SOQUIMICH S.A.

Por : José Francisco Muñoz P. Ing. Civil, Jefe Depto.
Pablo Rengifo O. Ing. Civil, Ing. de Proyectos.

**Santiago, Enero de 1998.**

# I INTRODUCCION

Durante los últimos años SQM ha estudiado las reservas de agua disponibles en el acuífero anidado en los rellenos del denominado Salar de Sur Viejo, ubicado en la zona Sur de la Pampa del Tamarugal entre los Salares de Bellavista y de Llamara, con el fin de explotarlo para fines mineros.

El primer estudio sobre el Salar de Sur Viejo ejecutado por SQM se remonta al año 1994 y fue realizado por el Depto. de Ingeniería Hidráulica y Ambiental (DIHA) de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC ). Dicho estudio se enmarcó dentro de un estudio global del sector, orientado a evaluar los recursos subterráneos en toda la zona sur de la Pampa del Tamarugal (Evaluación de Recursos en Zona Sur Pampa del Tamarugal, DIHA 1994).

Desde la realización de este estudio a la fecha, SQM asesorado por el DIHA ha realizado una serie de estudios y trabajos de terreno adicionales, los cuales han permitido caracterizar de mejor forma el acuífero del Salar de Sur Viejo. En general, estos nuevos antecedentes han permitido concluir que este acuífero presenta reservas de agua importantes que lo hacen viable para ser explotado.

El presente informe, solitado por SQM para ser presentado a la Dirección General de Aguas (DGA), resume los antecedentes, resultados y conclusiones obtenidos en estos estudios.

# II ANTECEDENTES GENERALES

## 2.1 Estudios Anteriores

El estudio "Evaluación de Recursos en Zona Sur Pampa del Tamarugal, DIHA 1994" presenta una recopilación y análisis de una gran cantidad de información sobre la zona sur de la Pampa del Tamarugal, que incluyó entre otros aspectos: estudios anteriores, perfiles estratigráficos, fotografías aéreas, pruebas de bombeo, registros históricos de niveles estáticos y de extracción de agua, antecedentes pluviométricos y fluviométricos, etc. En base a estos antecedentes se caracteriza en buena forma la geología de superficie y de subsuperficie del sector, identificándose los principales sectores acuíferos. Dicho estudio contempló un análisis hidrológico que se basó en la aplicación de un modelo de simulación que permite estimar el escurrimiento superficial y la recarga de los acuíferos, tanto espacialmente como temporalmente, a partir de las precipitaciones (Modelo SEAMOD). Finalmente en ese estudio se realizó una caracterización hidrogeológica de los distintos acuíferos identificados, en base a la información disponible (escasa) sobre el sector del Salar de Sur Viejo fue escasa y no obstante se pudo establecer básicamente las siguientes conclusiones :

- Se reconoce la existencia en el Salar de Sur Viejo de un acuífero de baja a mediana envergadura, el cual se encontraría anidado en la unidad Ripios.

- Dicho acuífero alcanzaría en promedio un espesor saturado de 15 m y cubriría una superficie total del orden de 100 km$^2$. En la Fig. N°1 se presenta un esquema que muestra la ubicación de dicho acuífero.

- Existe una diferencia de nivel estático entre los acuíferos de Bellavista y de Sur Viejo de a lo menos 30 m, siendo este último el de nivel inferior. Esto implica que existe una desconexión desde el punto de vista del funcionamiento hidráulico entre ambos acuíferos. No obstante, no se puede descartar la posibilidad de que el acuífero de Bellavista esté recargando al acuífero de Sur Viejo, a pesar de que los antecedentes geológicos parecieran indicar que no existe tal zona de recarga.

- El acuífero de Sur Viejo está claramente desconectado del acuífero de Llamara situado más al Sur.

- El flujo de agua subterránea en el acuífero de Sur Viejo es muy reducido, debido principalmente a lo encerrado que se encuentra y a que no existen fuentes importantes de recarga ni de descarga. Dicho escurrimiento sería básicamente de Este a Oeste, curvándose levemente hacia el Sur en el sector Oriental.

- La recarga del acuífero se estimó en 16 l/s como promedio anual en el largo plazo y provendría en su totalidad de la lluvias que se producen en el altiplano, las que escurren y posteriormente se infiltran por numerosas quebradas que convergen finalmente en la quebrada de Chipana.

DICTUC
DIRECCION DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS
ESCUELA DE INGENIERIA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

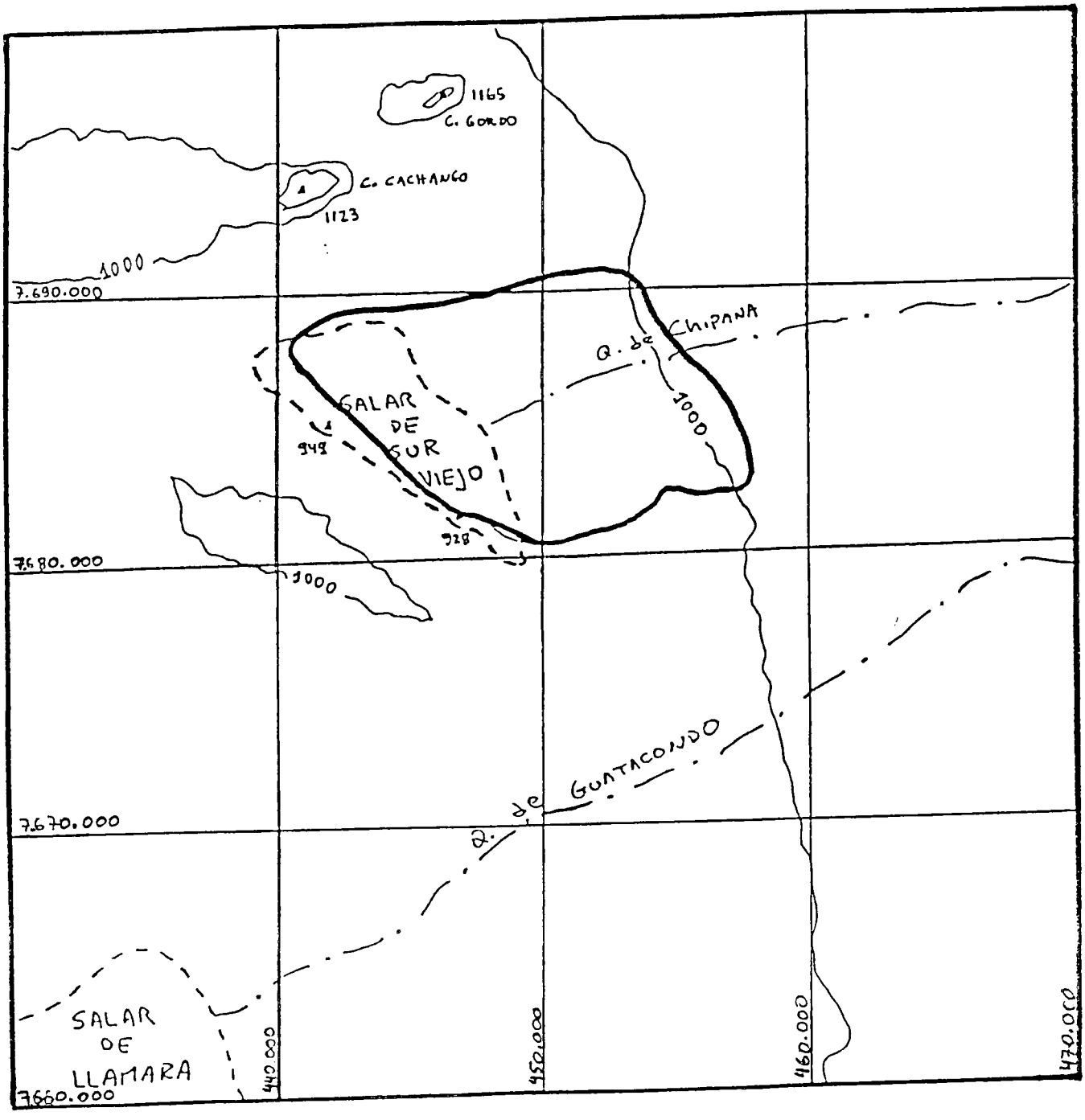



Figura 1. Esquema de ubicación del acuífero de Salar de Sur Viejo.

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 306 Correo 22
Teléfonos 686 4277 686 4219
Fax 686 5876
Santiago Chile

## 2.2 Nuevos Antecedentes

Desde la realización del último estudio (DIHA, 1994) a la fecha, SOQUIMICH ha realizado una serie de trabajos de prospección en el Salar de Sur Viejo, los cuales se pueden resumir en :

- Perforación de 9 sondajes de exploración.
- Perforación y habilitación de 5 pozos de explotación.
- Ejecución de 5 pruebas de bombeo que incluyeron pruebas de gasto variable, gasto constante y recuperación, una en cada pozo de explotación habilitado.
- Ejecución de una prueba de bombeo de gasto constante de larga duración con bombeo simultáneo en tres pozos de explotación y monitoreo del nivel de la napa en pozos de observación y en los pozos de extracción.
- Monitoreo de niveles estáticos en sondajes de exploración y en pozos de extracción.
- Recopilación de registro de niveles estáticos en un pozo de observación perteneciente a la red de monitoreo de la DGA ubicado en el sector del pozo Yuma 1, para el período comprendido entre Febrero de 1992 y Marzo de 1996.
- Análisis químicos en muestras de agua obtenidas en pozos de bombeo.

En las Tablas 1 y 2 se presentan las coordenadas de ubicación y cotas de los sondajes de exploración y de los pozos de extracción antes mencionados y fuera de texto se presenta un plano de ubicación de estos sondajes (proporcionado por SQM).

Tabla 1. Sondajes de exploración ejecutados por SQM en el Salar de Sur Viejo.

| Identificación | Coordenadas (U.T.M.) | | Altura |
|---|---|---|---|
| | Norte | Este | (m.s.n.m) |
| Yuma 1 | 7.685.705,64 | 439.204,02 | 920,600 |
| Yuma 2 | 7.685.483,23 | 440.090,05 | 920,770 |
| Yuma 3 | 7.685.687,94 | 441.216,86 | 921,600 |
| Yuma 5 | 7.685.224,53 | 442.973,17 | 924,120 |
| Elena 7 | 7.687.034,00 | 445.991,05 | 936,845 |
| Elena 9 | 7.683.536,78 | 446.450,30 | 928,502 |
| Elena 10 | 7.684.577,92 | 446.965,09 | 933,592 |
| Elena 11 | 7.686.350,41 | 446.727,51 | 937,892 |
| Elena 12 | 7.688.240,65 | 444.736,75 | 932,299 |

Tabla 2. Pozos de explotación habilitados por SQM en el Salar de Sur Viejo.

| Identificación | Coordenadas (U.T.M.) | | Altura |
|---|---|---|---|
| | Norte | Este | (m.s.n.m) |
| Andrea | 7.685.707,06 | 443.417,62 | 923,220 |
| Yuma 4 | 7.685.662,76 | 442.329,13 | 923,880 |
| Yuma 7 | 7.685.260,01 | 444.111,05 | 927,680 |
| Elena 8 | 7.685.531,95 | 446.974,51 | 936,002 |
| Elena 13 | 7.687.732,48 | 445.895,25 | 936,948 |

occidental del Salar (sondajes Yuma 1 y 2) es paulatinamente remplazada por arenas finas a medias (sondajes Elena 7 y 9).

## 3.2 Habilitación de Pozos de Extracción

Los pozos fueron habilitados en tubería de acero de 10" de diámetro y ranurados parcialmente. Las profundidades de perforación de los pozos varían aproximadamente entre los 75 y 100 m. En la Tabla 3.1 se resumen las principales características de la habilitación de cada pozo y fuera de texto se incluye, para cada pozo, un diagrama en el cual se ilustra dicha habilitación.

Tabla 3.1. Características principales de la habilitación de los pozos de explotación.

| Pozo | Prof. de perf. (m) | Prof. de habil. (m) | Ranurado (m) | Ubicación del ranurado (prof. en m) |
|---|---|---|---|---|
| Andrea | 75,30 | 71,80 | 12 | 53,8 a 57,8 / 59,8 a 63,8 / 65,8 a 69,8 |
| Yuma 4 | 81,85 | 78,30 | 12 | 60,3 a 64,3 / 66,3 a 70,3 / 72,3 a 76,3 |
| Yuma 7 | 75,00 | 71,50 | 12 | 53,5 a 57,5 / 59,5 a 63,5 / 65,5 a 69,5 |
| Elena 8 | 98,00 | 96,26 | 25 | 63,3 a 69,3 / 72,3 a 81,3 / 84,3 a 94,3 |
| Elena 13 | 98,00 | 96,26 | 39 | 54,3 a 81,3 / 84,3 a 96,3 |

## 3.3 Pruebas de Bombeo de Gasto Variable y de Gasto Constante

Tal como se señaló anteriormente, se realizó una prueba de gasto variable y una prueba de gasto constante en cada uno de los 5 pozos habilitados, a saber: Andrea, Yuma 4, Yuma 7, Elena 8 y Elena 13. En cada cada prueba se monitoreó el nivel de la napa sólo en el pozo de bombeo, salvo en el pozo Yuma 7 en la cual se monitoreó además en cuatro pozos de observación. Se midió además la recuperación en el pozo de bombeo al finalizar cada prueba.

Las pruebas fueron realizadas en distintos períodos, de manera tal que no existe interferencia entre ellas.

En la Tabla 3.2 se indican las distintas etapas o caudales ensayados en cada una de las pruebas de gasto variables ejecutadas.

Tabla 3.2. Etapas de las pruebas de gastos variable

| Etapa | Pozo Andrea | | Pozo Yuma 4 | | Pozo Yuma 7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Caudal (l/s) | Tiempo (min) | Caudal (l/s) | Tiempo (min) | Caudal (l/s) | Tiempo (min) |
| 1 | 5 | 120 | 6 | 240 | 10 | 180 |
| 2 | 20 | 140 | 9 | 150 | 20 | 420 |
| 3 | 40 | 130 | 12 | 180 | 25 | 360 |
| 4 | 49 | 180 | 14 | 35 | 27 | 280 |
| Recuperación | 0 | 60 | 0 | 70 | 0 | 120 |

Tabla 3.2. (continuación).

| Etapa | Pozo Elena 8 | | Pozo Elena 13 | |
|---|---|---|---|---|
| | Caudal (l/s) | Tiempo (min) | Caudal (l/s) | Tiempo (min) |
| 1 | 20 | 300 | 15 | 150 |
| 2 | 30 | 310 | 25 | 150 |
| 3 | 40 | 250 | 35 | 300 |
| 4 | 50 | 55 | 45 | 300 |
| 5 | 45 | 245 | 55 | 360 |
| Recuperación | 0 | 720 | 0 | 660 |

En la Tabla 3.3 se resumen los resultados obtenidos en las pruebas de gasto variable y en la Tabla 3.4 se resumen las principales características y resultados de las pruebas de gasto constante.

Tabla 3.3. Resumen de resultados de pruebas de gasto variable.

| Pozo Andrea | | | Pozo Yuma 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Etapa | Nivel (m) | Dep. (m) | Etapa | Nivel (m) | Dep. (m) |
| 1 (5 l/s) | 17,25 | 0,55 | 1 (6 l/s) | 25,68 | 7,88 |
| 2 (20 l/s) | 19,10 | 2,4 | 2 (12 l/s) | 47,73 | 29,93 |
| 3 (40 l/s) | 23,18 | 6,48 | 3 (12 l/s) | 58,28 | 40,48 |
| 4 (49 l/s) | 28,52 | 11,82 | 4 (14 l/s) | 75,47 | 57,67 |
| Recup. (0 l/s) | 35,86 | 0,91* | Recup. (0 l/s) | 34,12 | 0,46* |

(*): corresponde a la depresión residual.

Tabla 3.3. (continuación).

| Pozo Yuma 7 | | |
|---|---|---|
| Etapa | Nivel (m) | Dep. (m) |
| 1 (10 l/s) | 24,8 | 2,62 |
| 2 ( 20 l/s) | 28,58 | 6,40 |
| 3 ( 25 l/s) | 32,68 | 10,50 |
| 4 (27 l/s) | 34,22 | 12,04 |
| Recup. (0 l/s) | 22,57 | 0,39* |

Tabla 3.3. (continuación).

| Pozo Elena 8 | | | Pozo Elena 13 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Etapa | Nivel (m) | Dep. (m) | Etapa | Nivel (m) | Dep. (m) |
| 1 (20 l/s) | 43,10 | 8,15 | 1 (15 l/s) | 35,57 | 1,91 |
| 2 (30 l/s) | 48,92 | 13,97 | 2 (25 l/s) | 37,20 | 3,54 |
| 3 (40 l/s) | 60,02 | 25,07 | 3 (35 l/s) | 43,02 | 9,36 |
| 4 (50 l/s) | 64,05 | 29,10 | 4 (45 l/s) | 47,09 | 13,43 |
| 5 (45 l/s) | 63,23 | 28,28 | 5 (55 l/s) | 53,52 | 19,86 |
| Recup. (0 l/s) | 35,86 | 0,91* | Recup. (0 l/s) | 34,12 | 0,46* |

Tabla 3.4. Principales características y resultados de las pruebas de gasto constante.

| Pozo | Caudal (l/s) | Duración (min) | Prof. N.E. (m) | Prof. Bomba* (m) | Prof. N.D.** (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| Andrea | 49 | 4320 | 16,70 | 72,0 | 47,81 |
| Yuma 4 | 11 | 4320 | 17,80 | 79,0 | 58,93 |
| Yuma 7 | 26 | 4320 | 22,18 | 72,2 | 36,68 |
| Elena 8 | 40 | 5760 | 34,95 | 96,2 | 60,81 |
| Elena 13 | 40 | 4320 | 33,66 | 95,8 | 46,57 |

*: corresponde a la profundidad de succión; ** se refiere al nivel dinámico estabilizado.

Las Figuras 3.1 a 3.5 muestran en forma gráfica los resultados obtenidos, tanto de las pruebas de gasto variable como en las de gasto constante, así como también de sus respectivas recuperaciones. Fuera de texto (ver anexos) se incluyen los registros completos de dicha pruebas obtenidos en terreno.

# Figura 3.1.a : Prueba de Gasto Variable

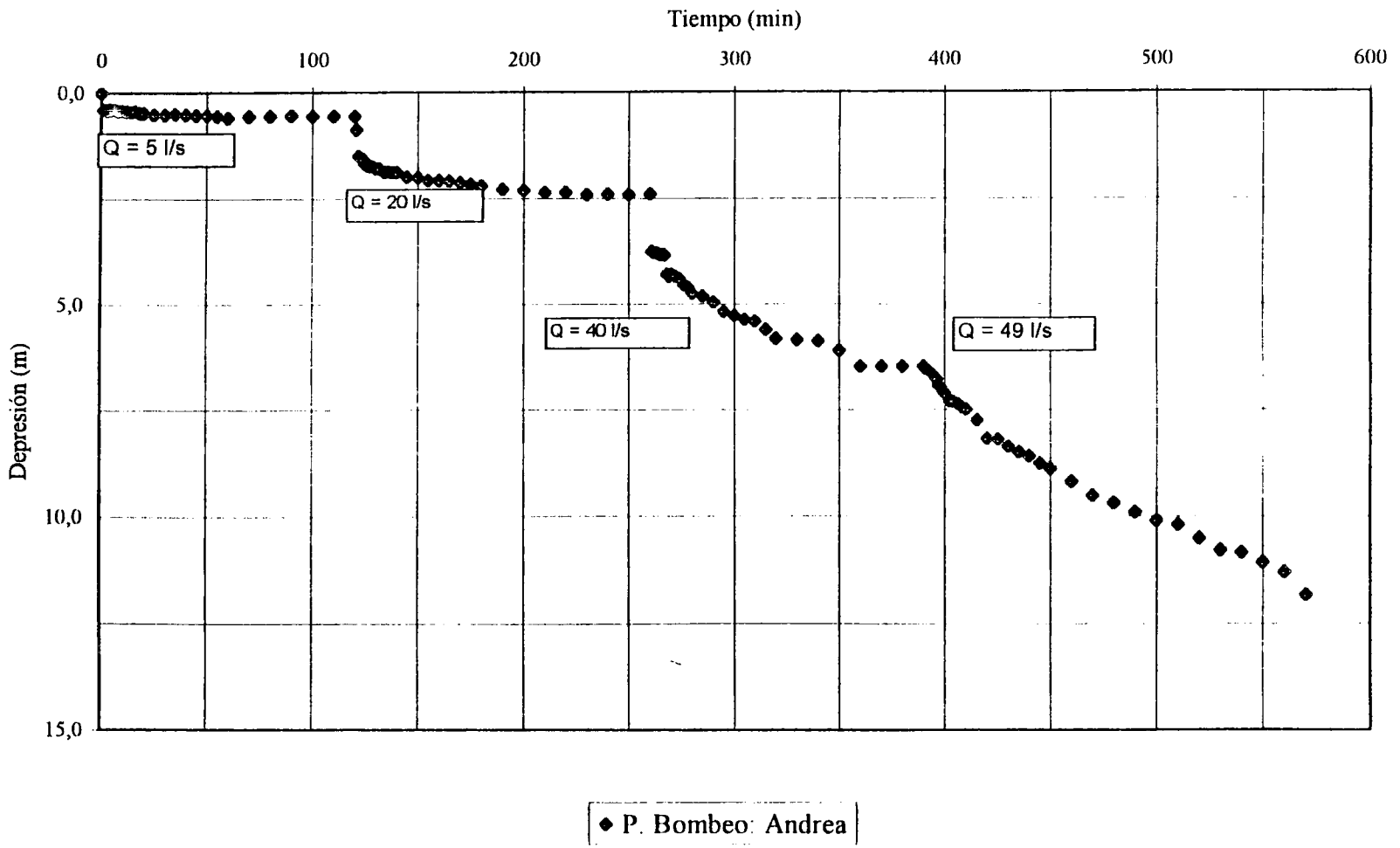


**Figura 3.1.b : Recuperación Prueba de Gasto Variable**

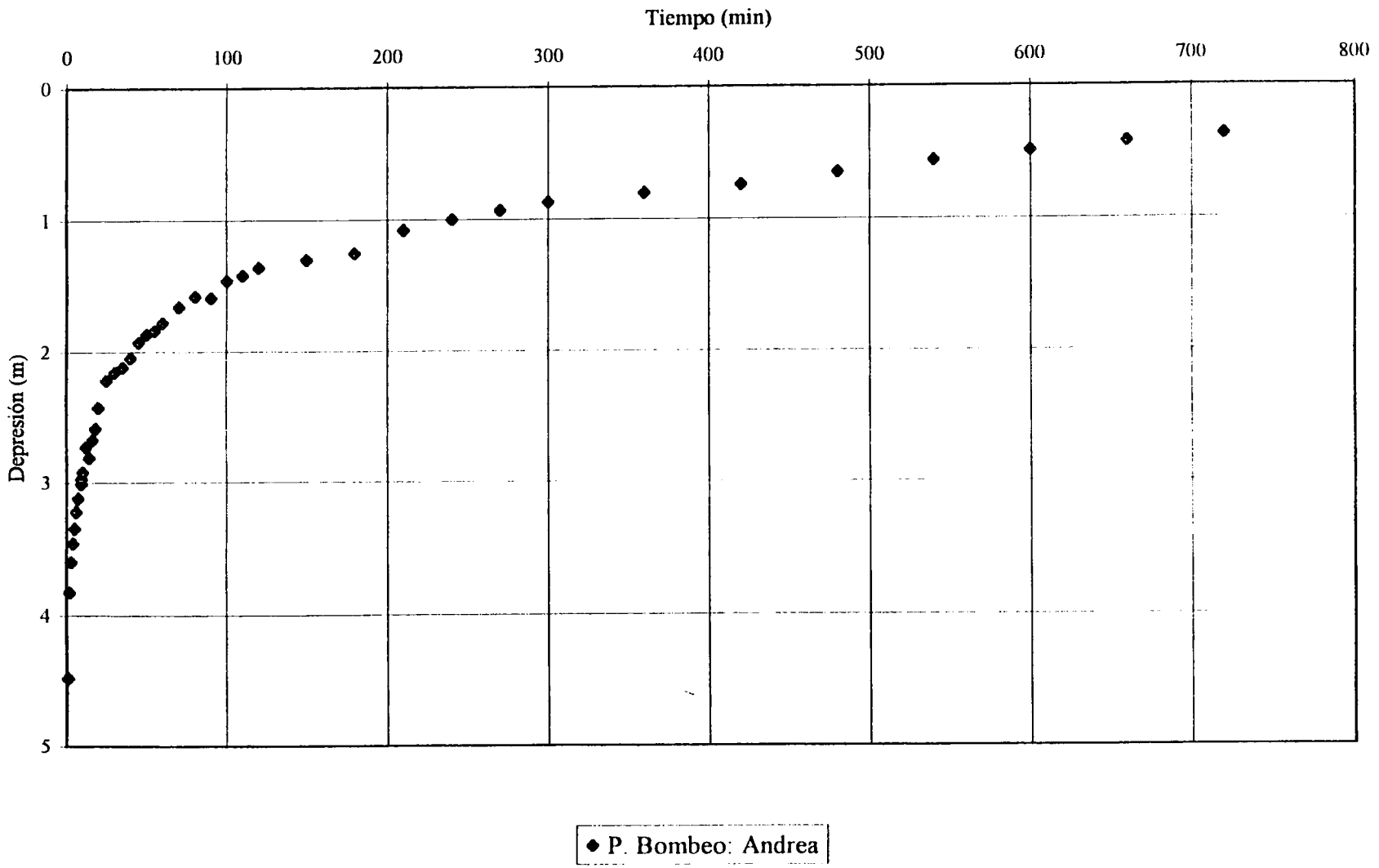


**Figura 3.1.c : Prueba de Gasto Constante : Q = 49 l/s**

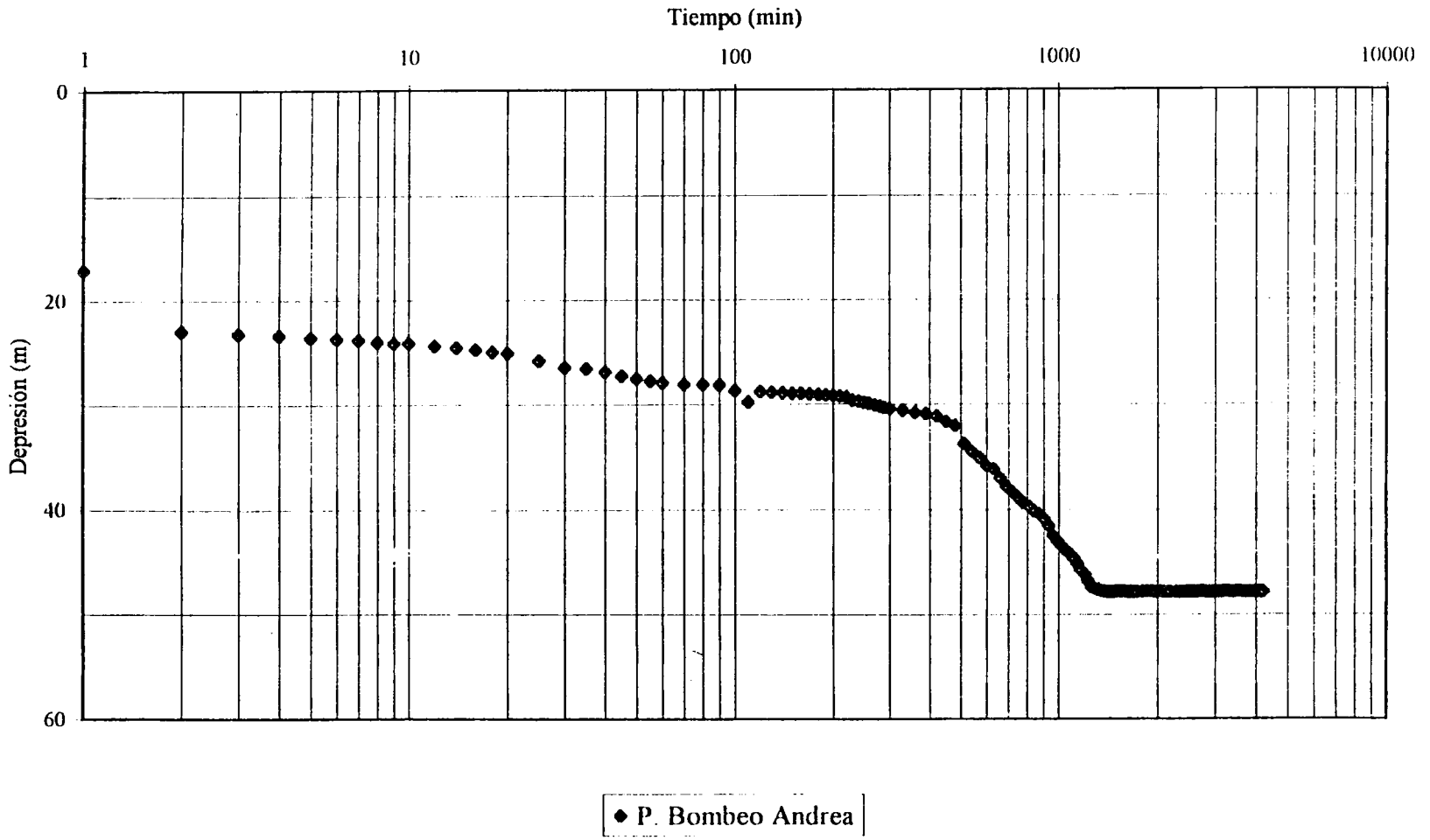


Figura 3.2.a : Prueba de Gasto Variable

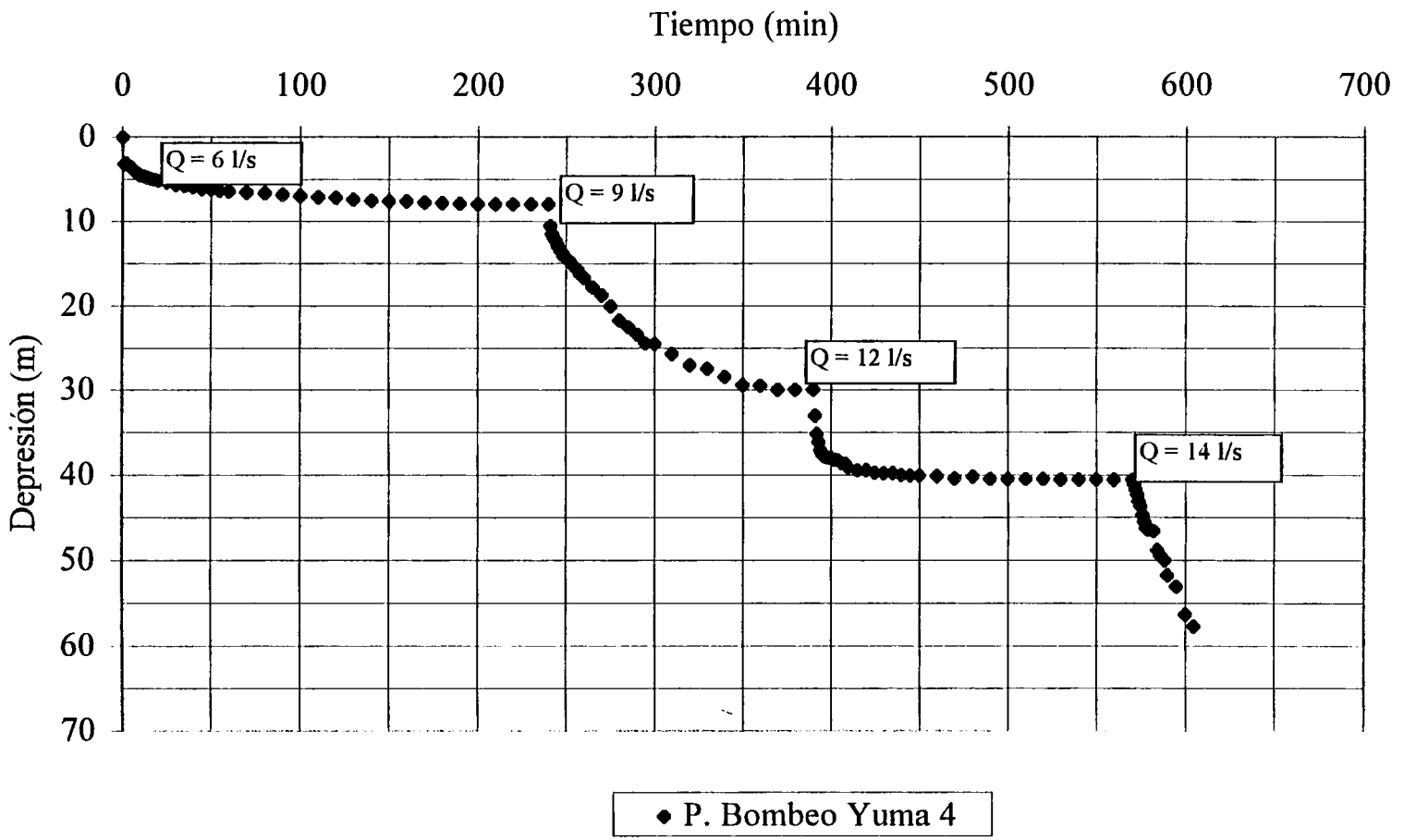
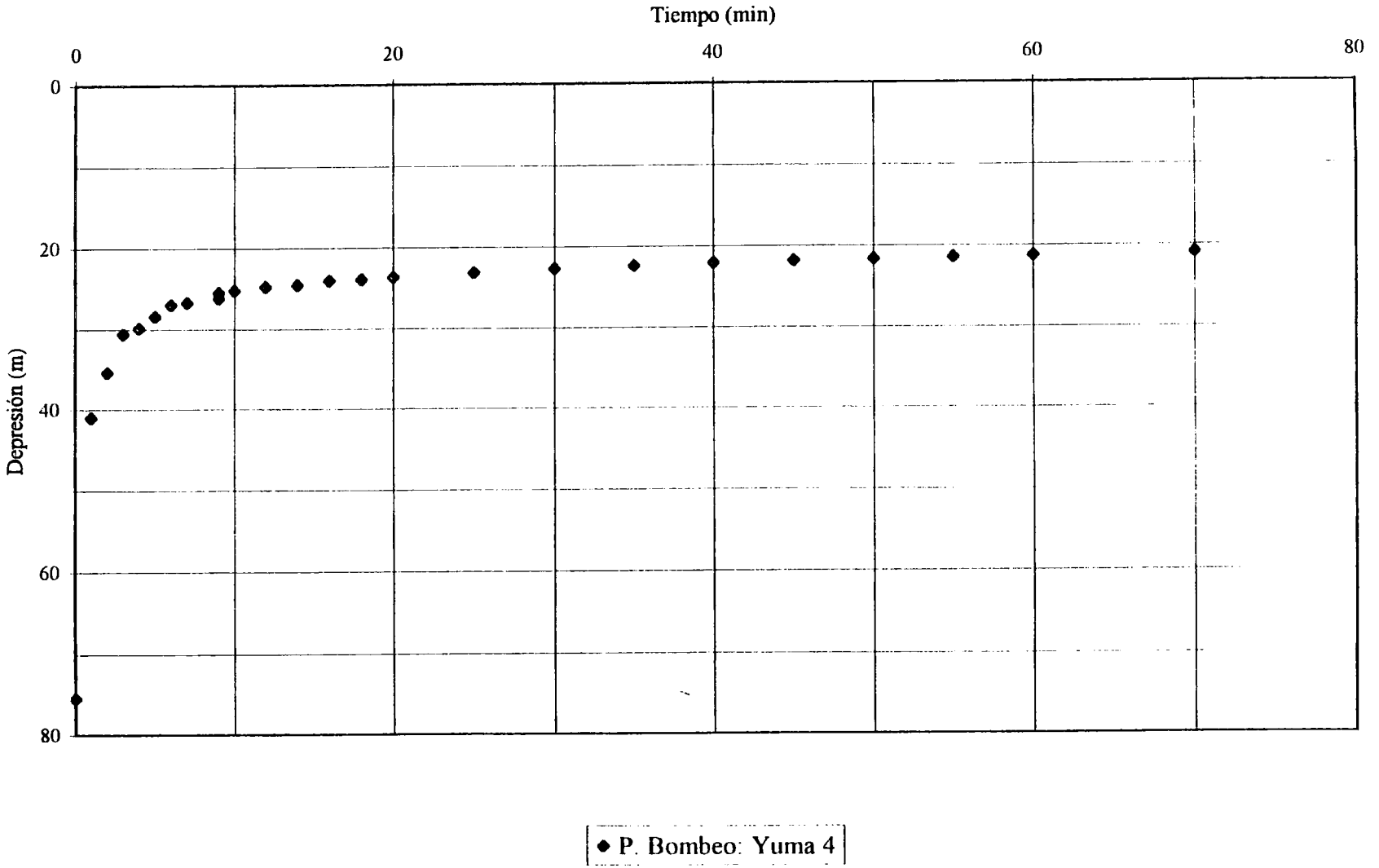


**Figura 3.2.b : Recuperación Prueba de Gasto Variable**



## Figura 3.2.c : Prueba de Gasto Constante : Q = 11 l/s

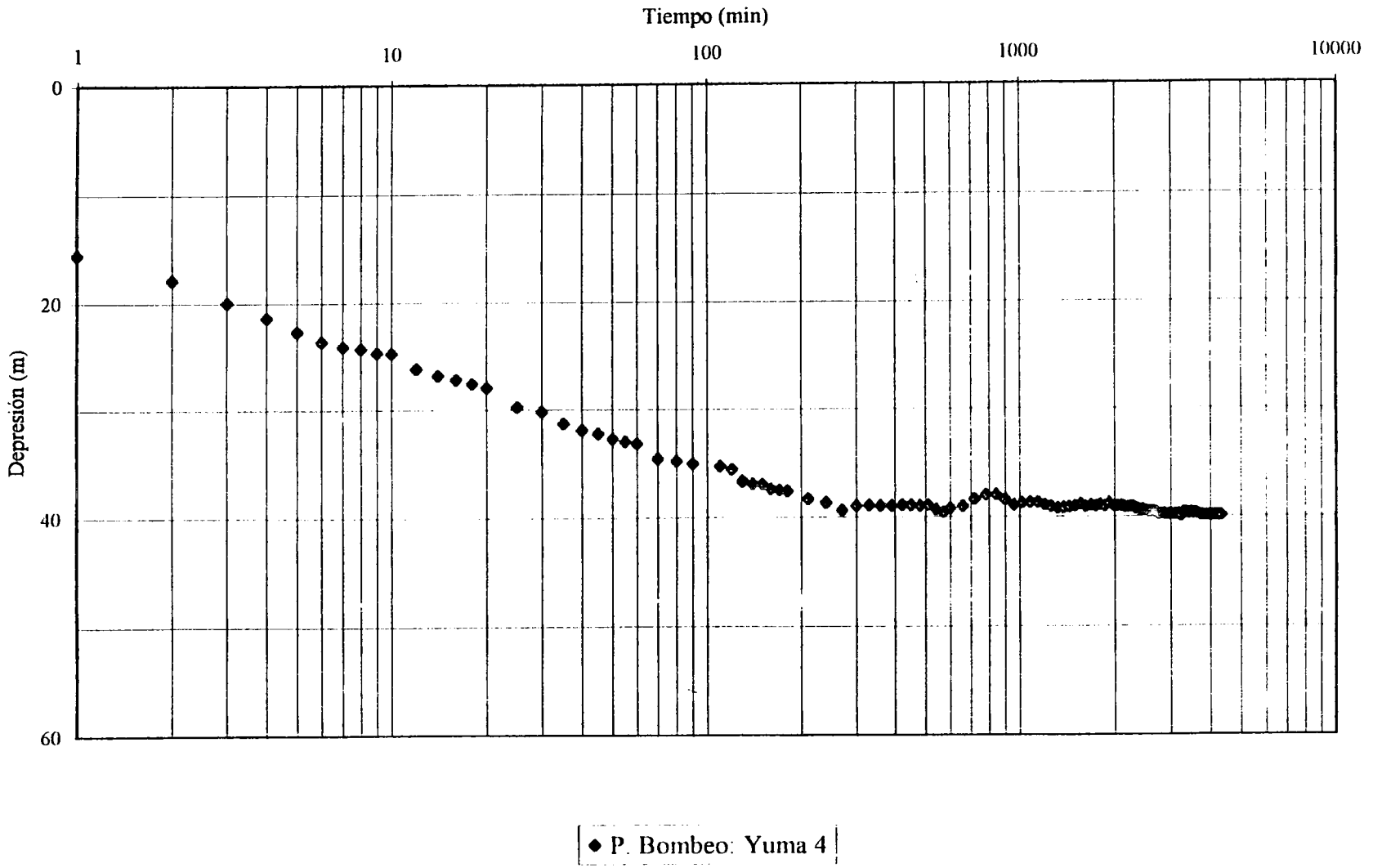
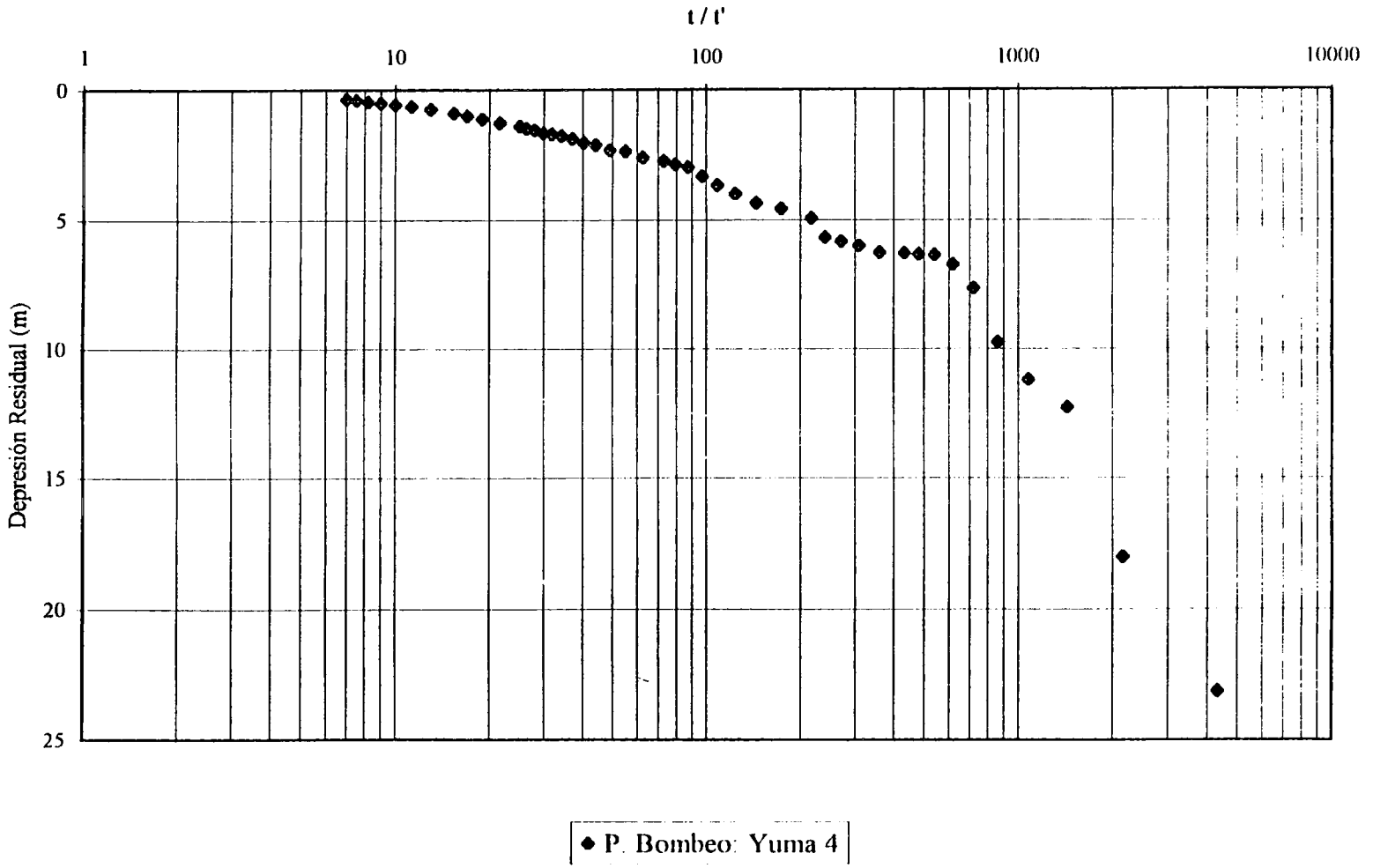


**Figura 3.2.d : Recuperación Prueba de Gasto Constante**



# Figura 3.3.a : Prueba de Gasto Variable

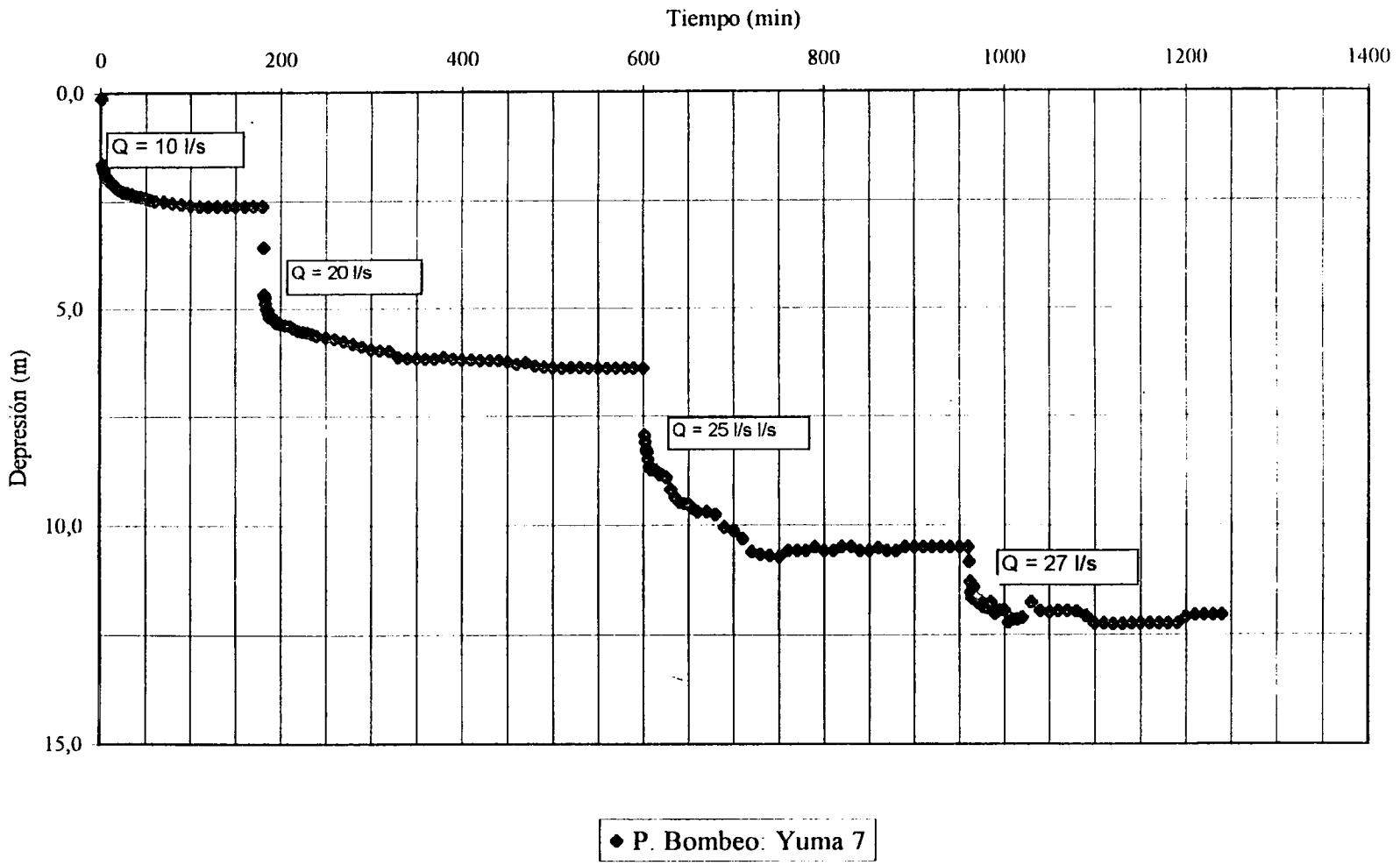


**Figura 3.3.b : Recuperación Prueba de Gasto Variable**

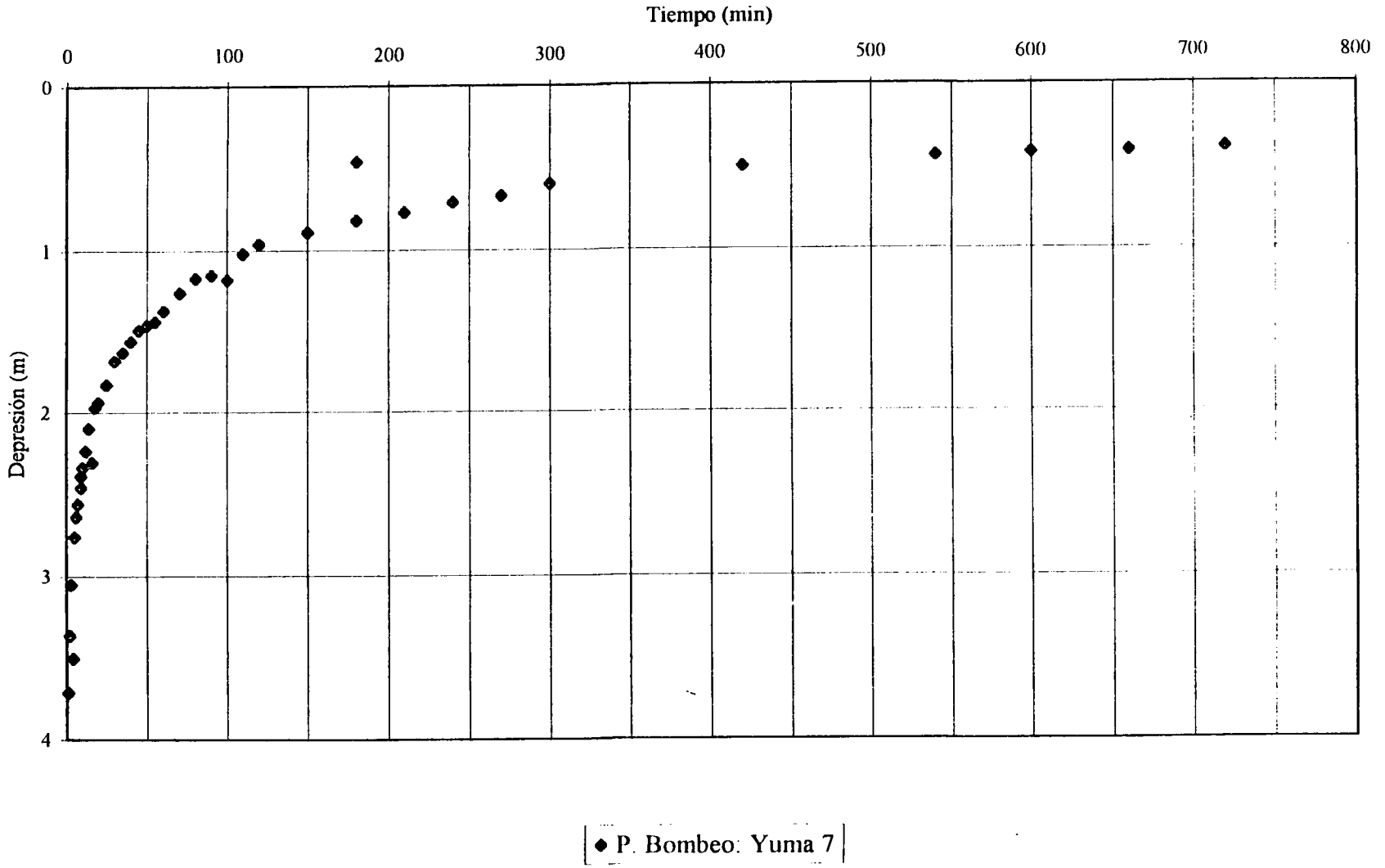


**Figura 3.3.c : Prueba de Gasto Constante : Q = 26 l/s**

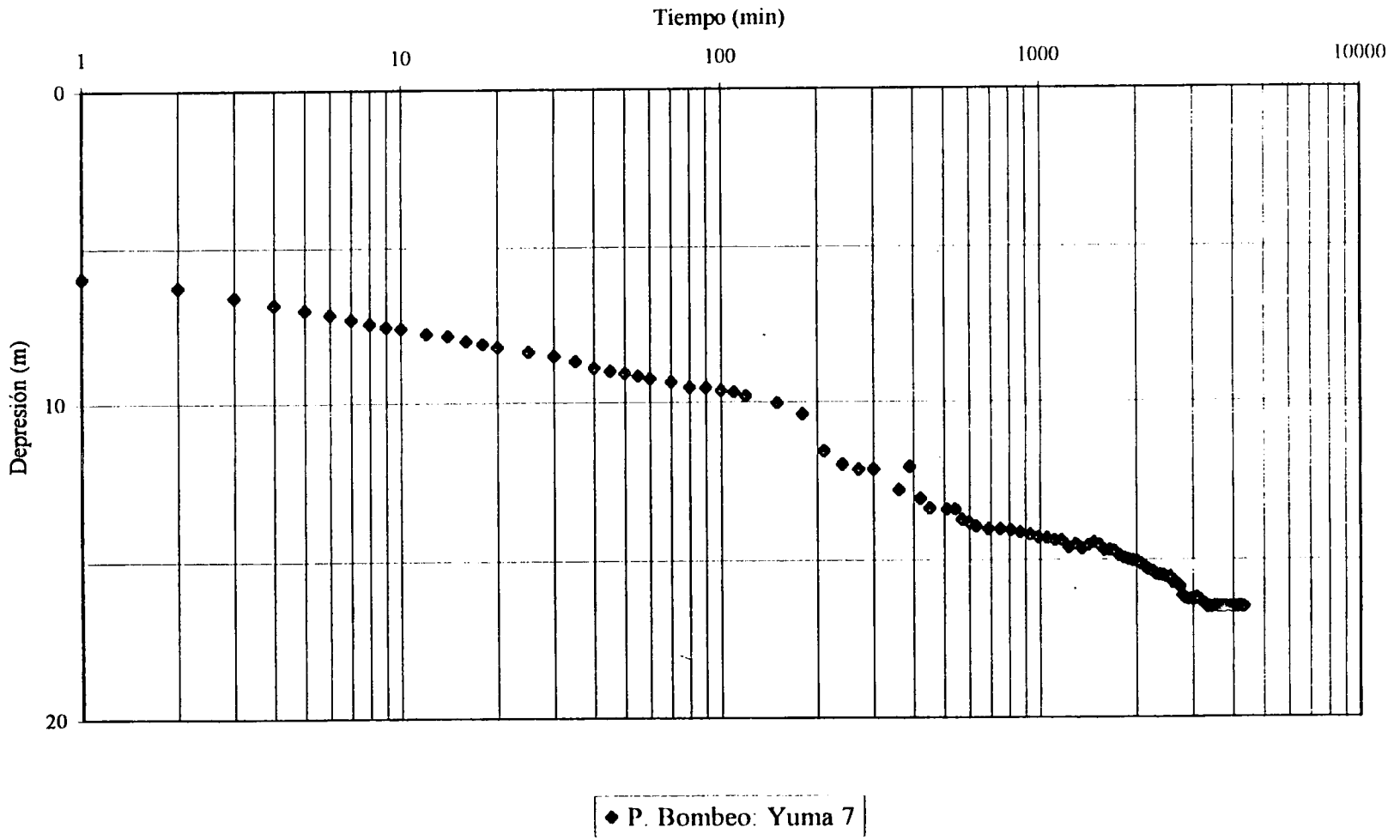
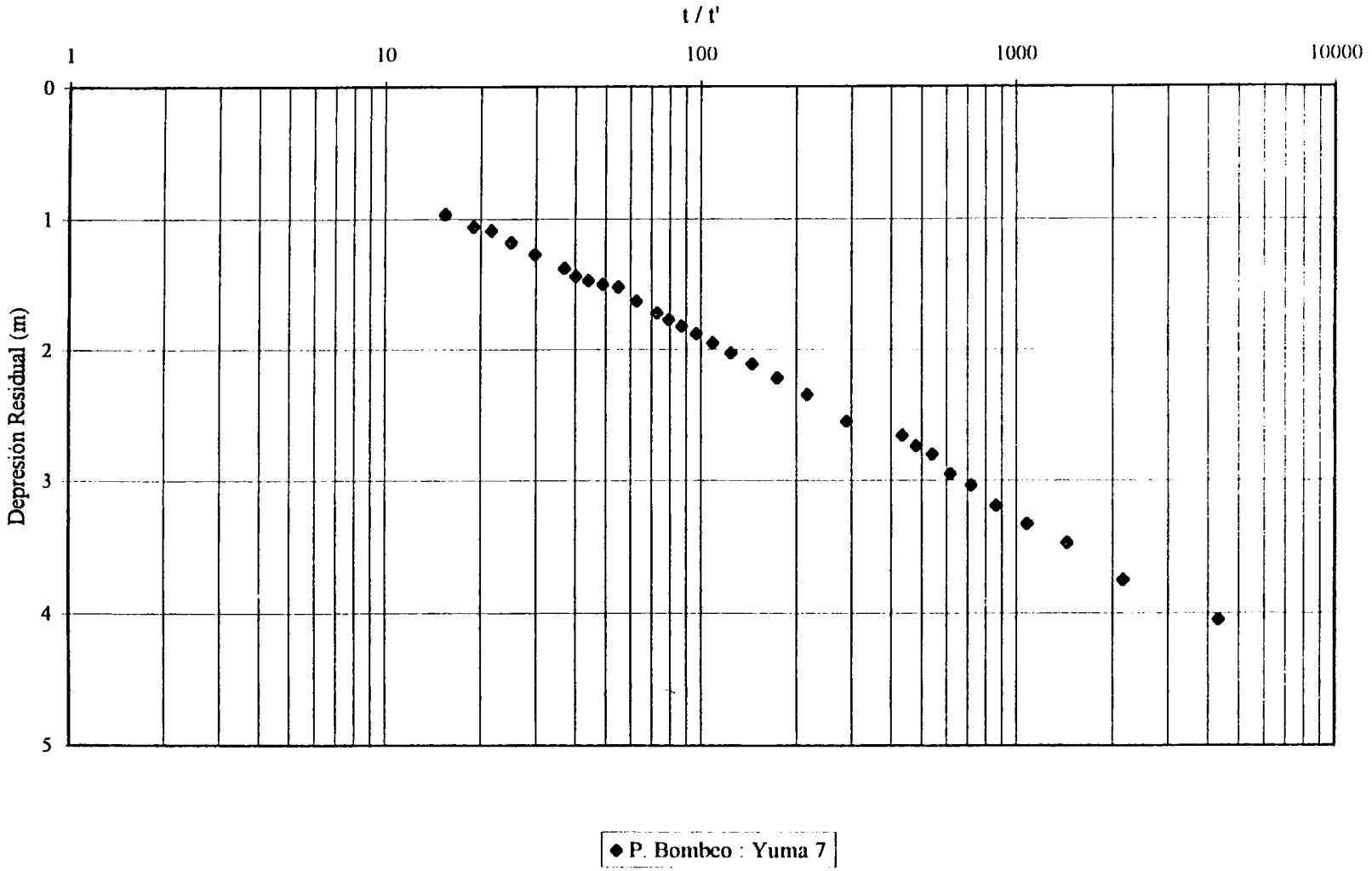


**Figura 3.3.d : Recuperación Prueba de Gasto Constante**



# Figura 3.4.a : Prueba de Gasto Variable

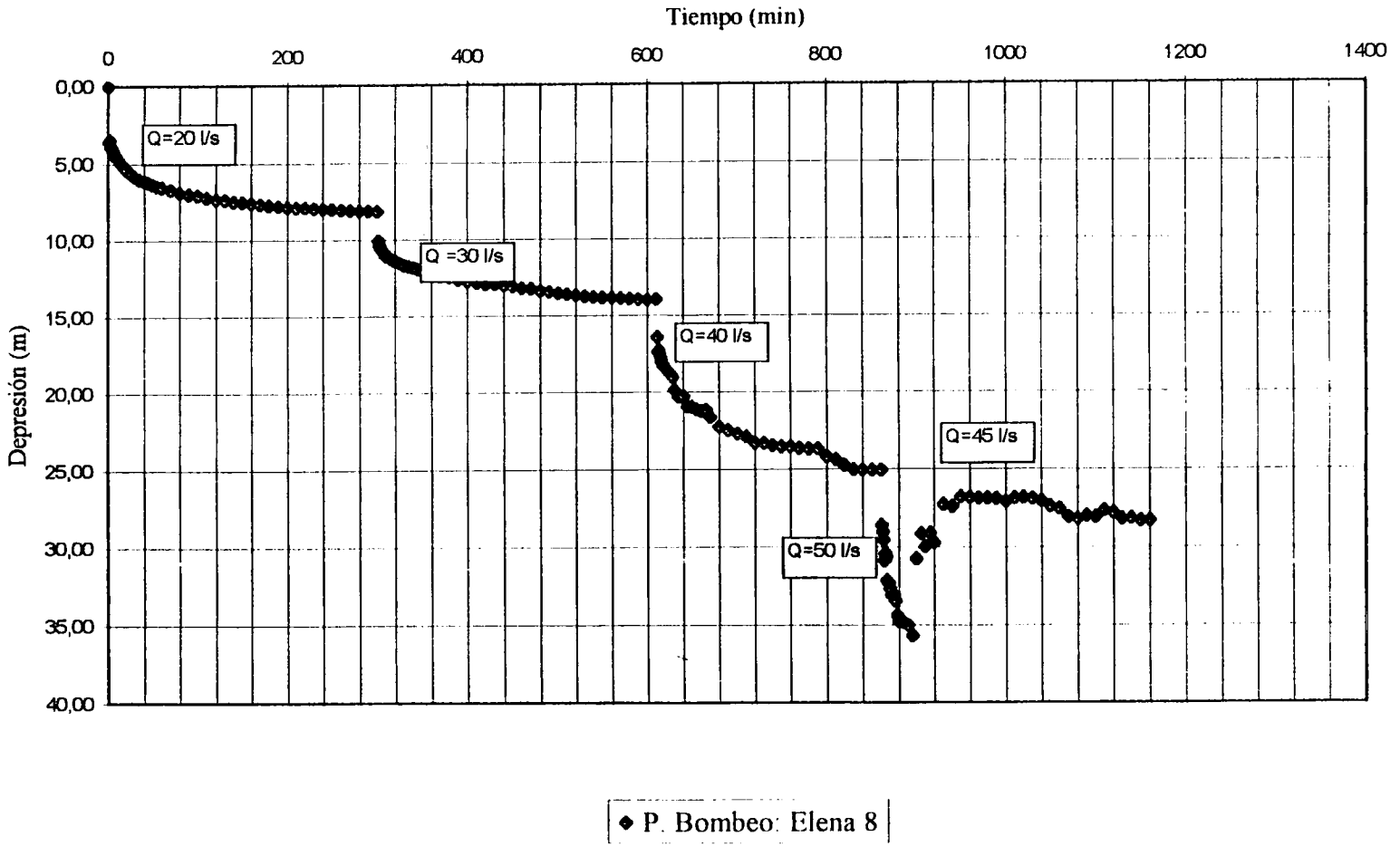


**Figura 3.4.b : Recuperación Prueba de Gasto Variable**

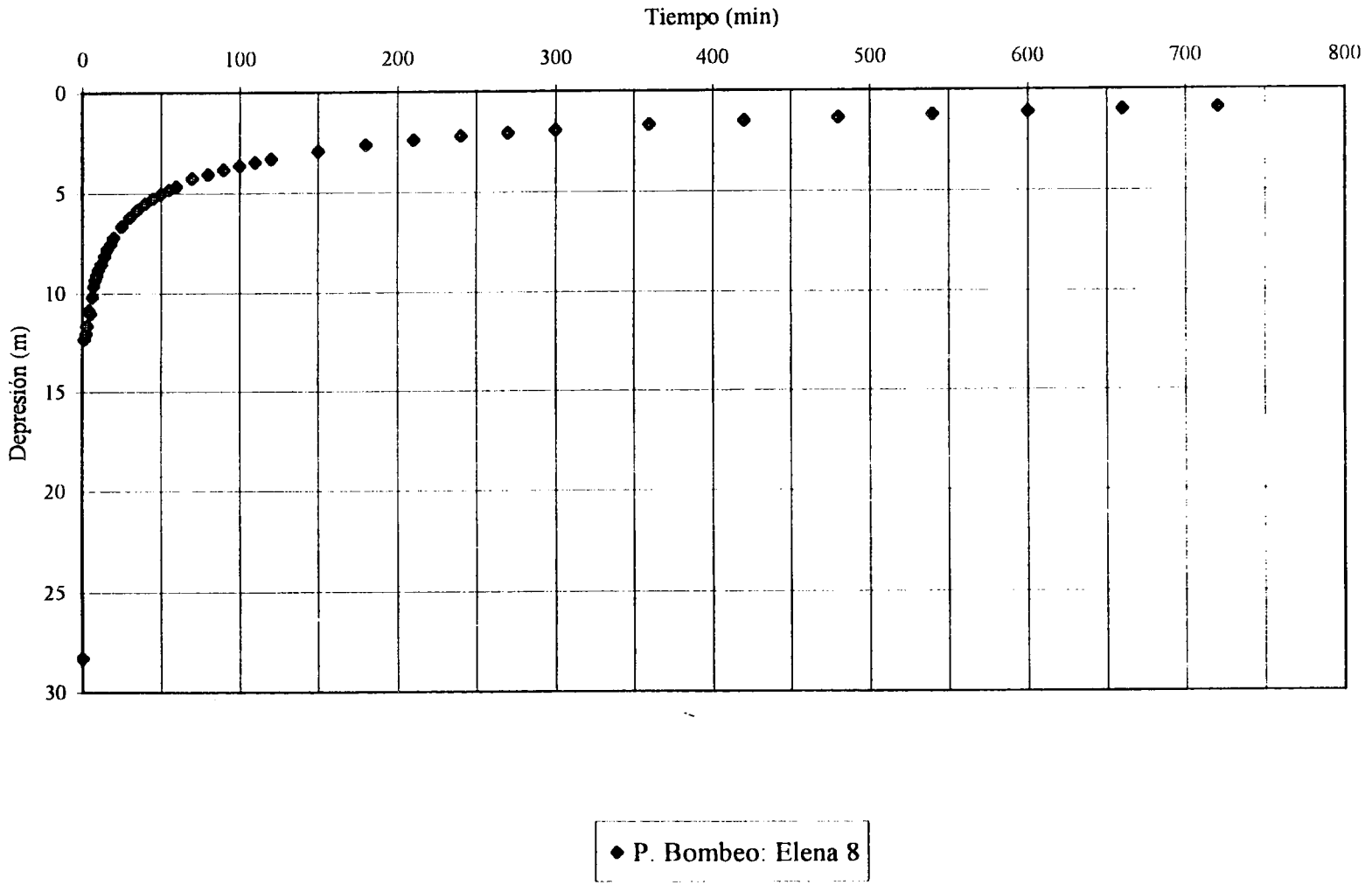


**Figura 3.4.c : Prueba de Gasto Constante Q = 40 l/s**

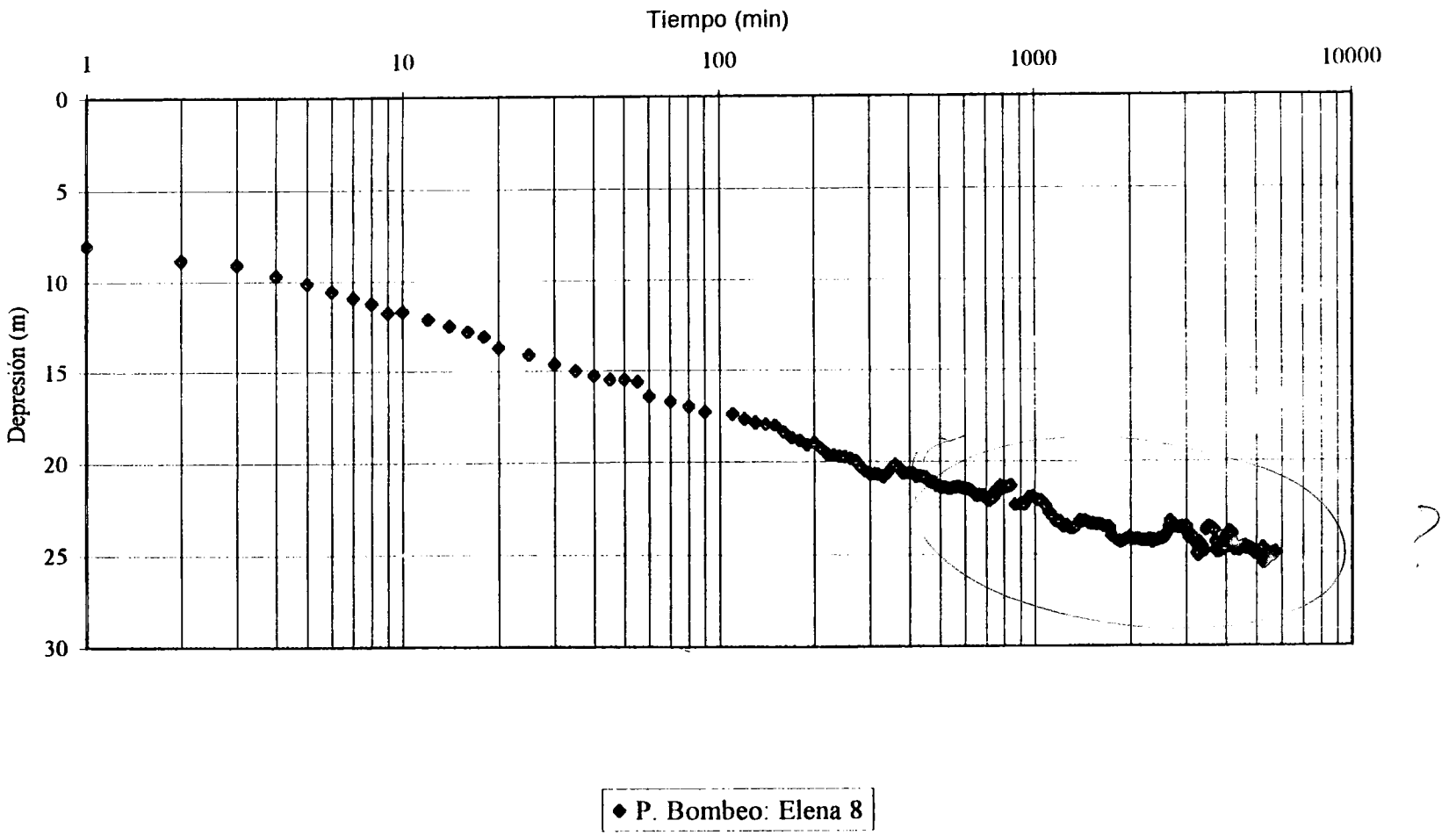


**Figura 3.5.a : Prueba de Gasto Variable**

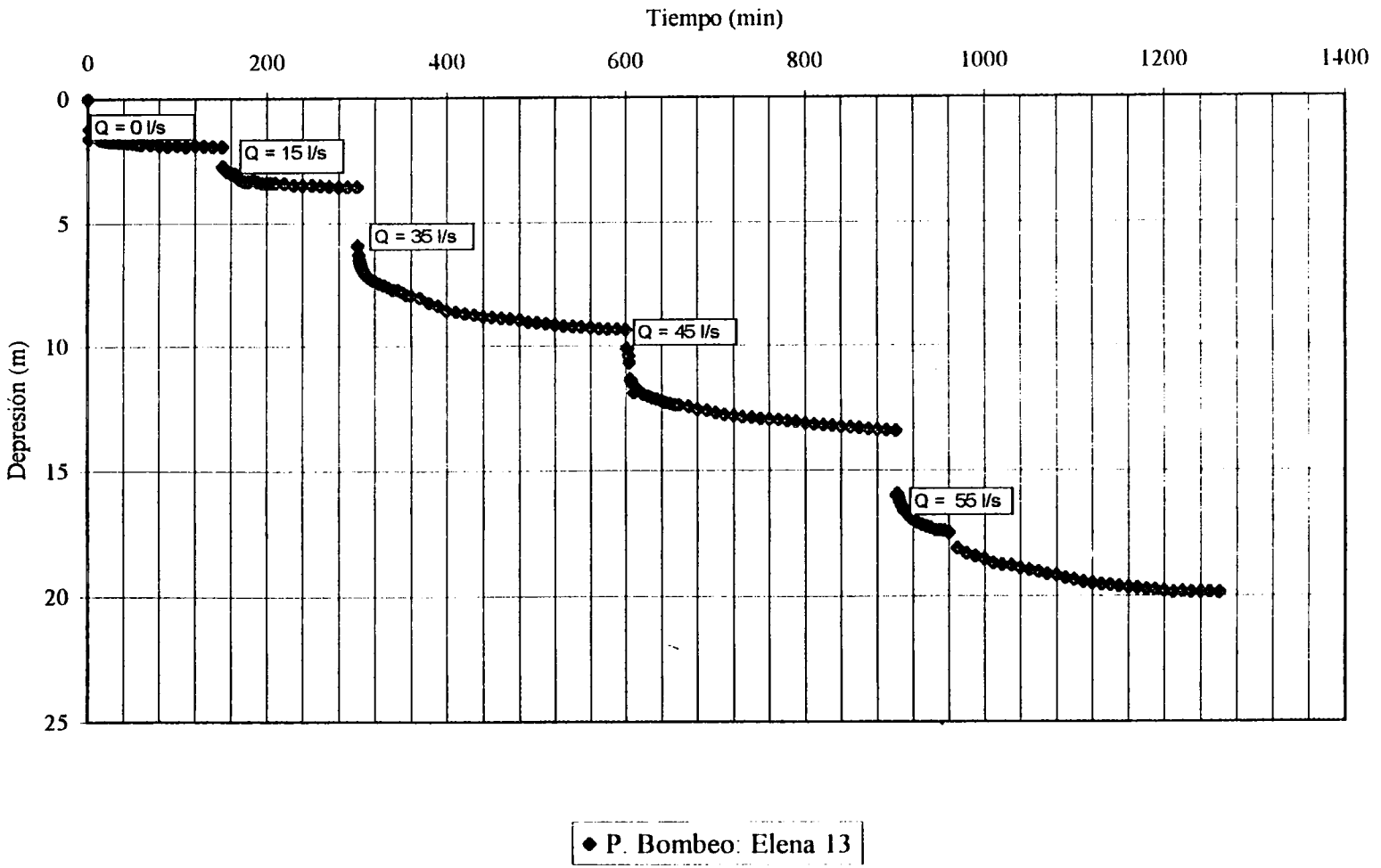


**Figura 3.5.b : Recuperación Prueba de Gasto Variable**

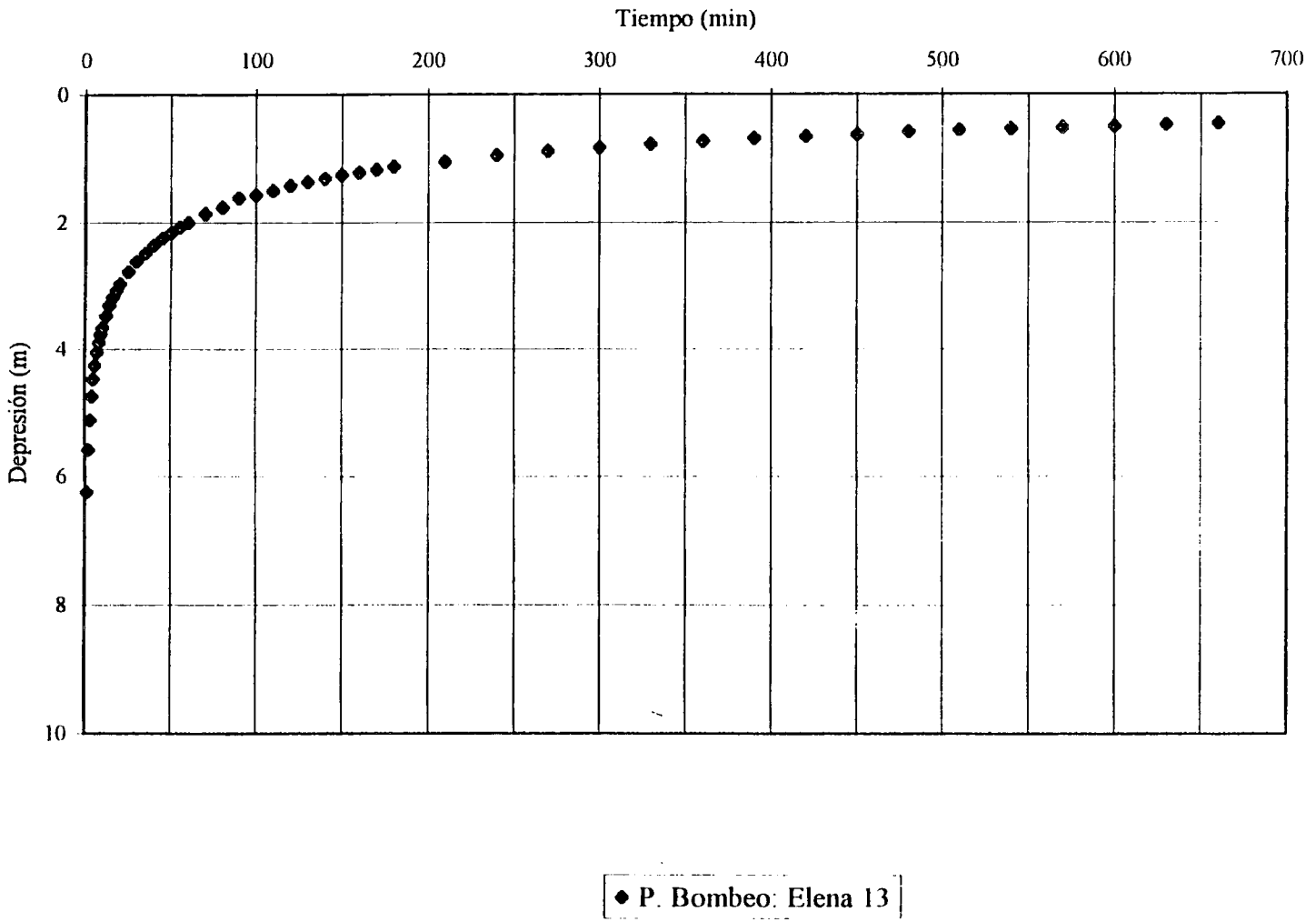
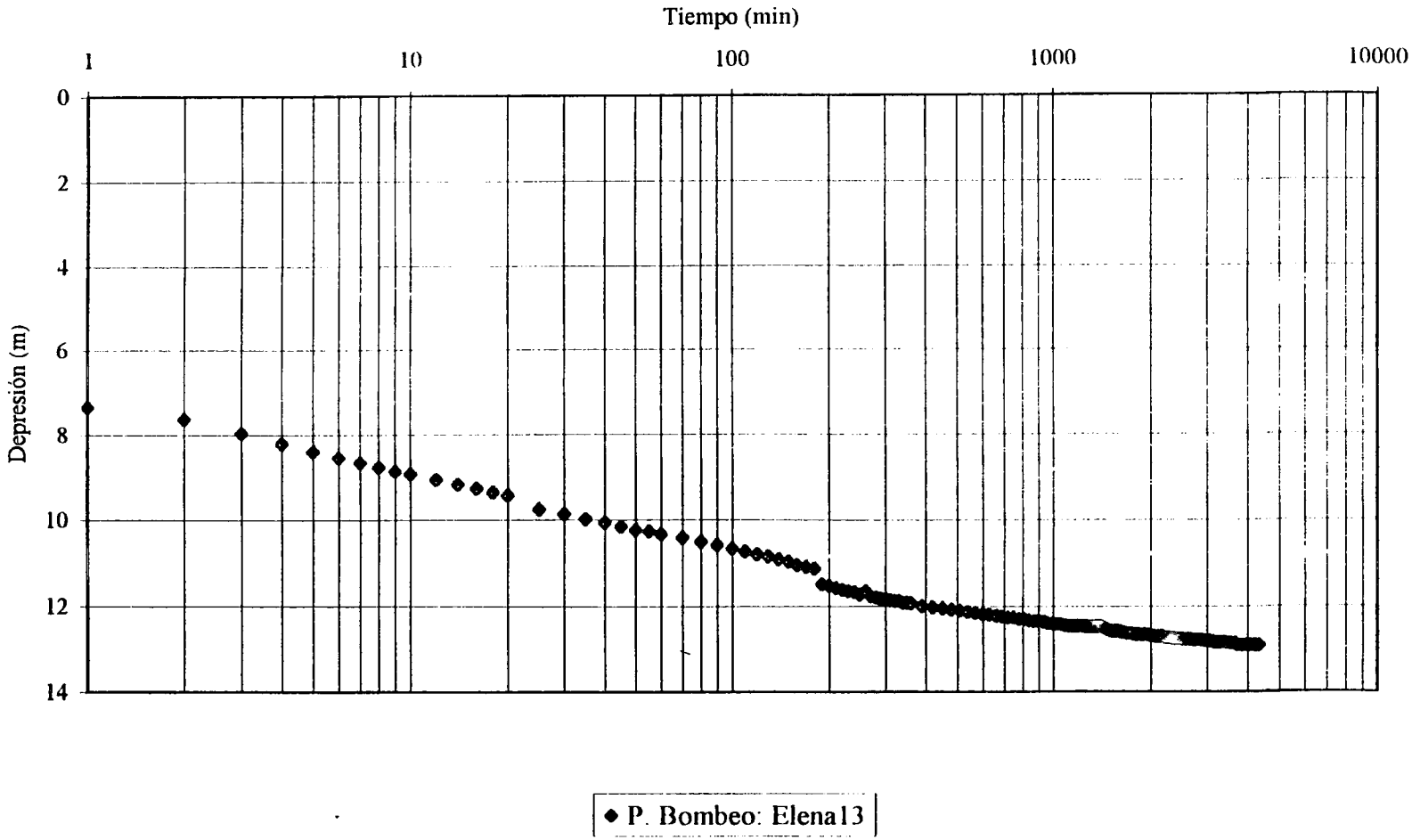
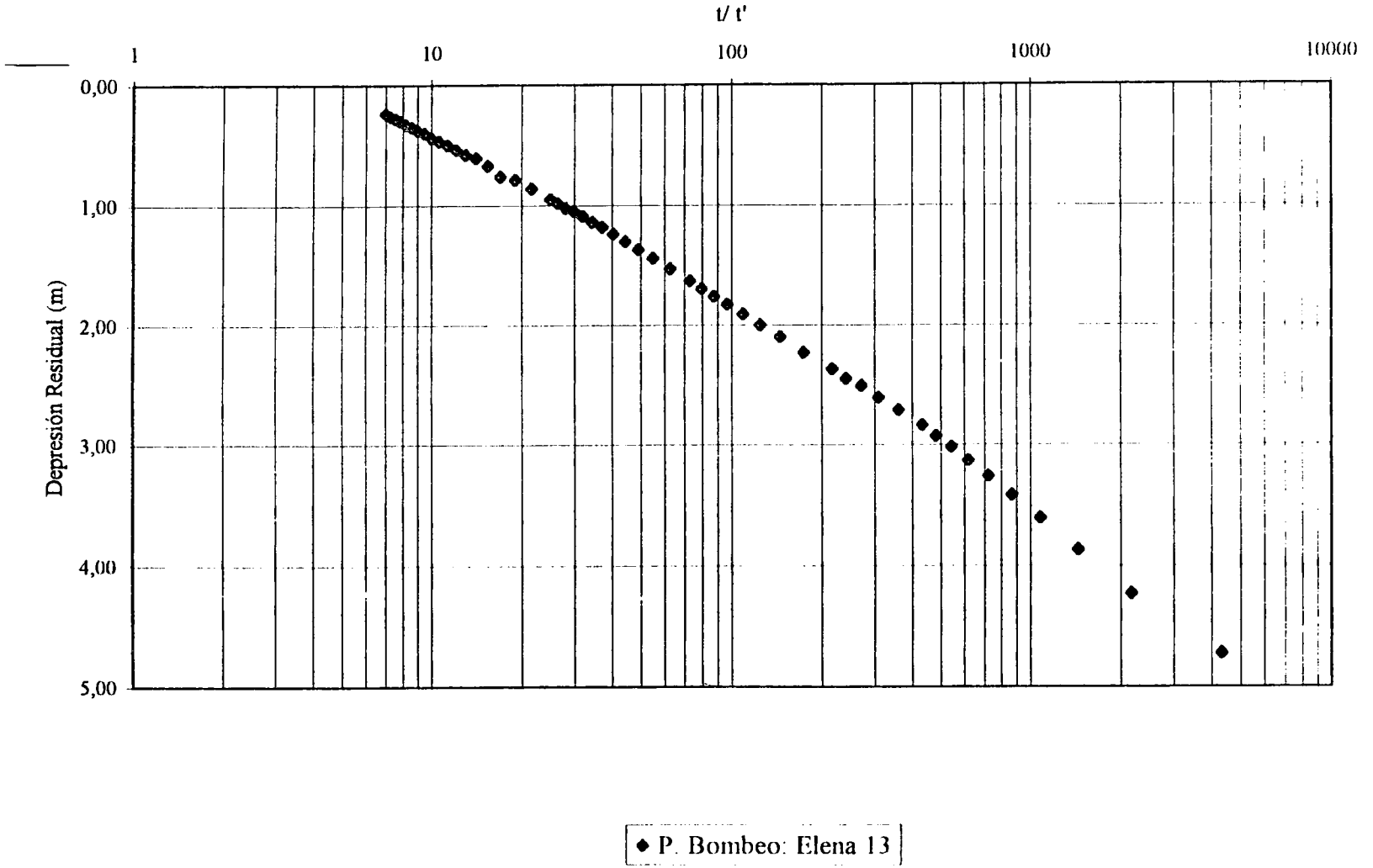


**Figura 3.5.c : Prueba de Gasto Constante : Q = 40 l/s**



## Figura 3.5.d : Recuperación Prueba de Gasto Constante



En relación a las pruebas de bombeo, es importante destacar que para evacuar el agua bombeada se utilizó tubería de PVC de 10" de largos variables entre 50 y 150 m, dependiento de la prueba, lo que permite asegurar que el agua extraida no ingreso nuevamente al pozo.

Finalmente, los resultados obtenidos en las pruebas de gasto constante permiten concluir que de cada pozo, individualmente, es posible extraer los caudales que se indican en la Tabla 3.5. Cabe destacar que estos caudales están definidos sólo en función de las pruebas de gasto constante y no contemplan otros aspectos como la posible interferencia entre los pozos, la recarga del sistema, el volúmen almacenado, etc.

Tabla 3.5. Caudales factibles de extraer según pruebas de gasto constante.

| Pozo | Caudal (l/s) |
|---|---|
| Andrea | 49 |
| Yuma 4 | 11 |
| Yuma 7 | 26 |
| Elena 8 | 40 |
| Elena 13 | 40 |
| Total | 166 |

## 3.4 Curva de Agotamiento de Pozos de extracción

En base a los resultados obtenidos en las pruebas de gasto variables, se obtuvo las curvas de agotamiento para cada pozo, las cuales se muestran en las Figuras 3.6 a 3.10.

Estas curvas (curvas de agotamiento) permiten visualizar como varía el nivel dinámico en el pozo de bombeo al aumentar el caudal de extracción, y por lo tanto permiten calcular el caudal específico del acuífero (caudal que entrega el acuífero por unidad de depresión). La Tabla 3.6 muestra la variación de los caudales específicos para cada pozo y para el rango de caudal esayados, específicamente se presentan los valores máximos y mínimos obtenidos.

Tabla 3.6. Caudal específico máximo y mínimo en pozos de extración según prueba de gasto variable

| Pozo | Caudal Específico (l/s/m) | |
|---|---|---|
| | Máximo | Mínimo |
| Andrea | 9,1 | 4,1 |
| Yuma 4 | 0,8 | 0,2 |
| Yuma 7 | 3,8 | 2,2 |
| Elena 8 | 2,5 | 1,6 |
| Elena 13 | 7,9 | 2,8 |

Como puede observarse, en general todos los pozos presentan caudales específicos mínimos dentro de un mismo rango (entre 1,6 y 4,1 l/s/m), salvo el pozo Yuma 4 (0, 2 l/s/m). Esto es consistente con la información estratigráfica que indica que en el sector en el cual se emplazó dicho pozo, el acuífero presenta características hidrogeológicas inferiores a las observadas en los otros sectores. Este hecho se manifiesta también en el caudal específico máximo, observádose que el pozo Yuma 4 presenta un valor muy inferior a los observados en los restantes pozos. En base a los valores de caudales específicos obtenidos, se puede concluir que los mejores pozos son los pozos Andrea y Elena 13, seguidos de los pozos Yuma 7 y Elena 8.

Esta curva permite también obtener información sobre el caudal máximo de extracción del pozo, el cual corresponde al caudal que produce que el nivel dinámico en el pozo descienda violentamente y no se logre su estabilización. En este caso se observa que en la mayoría de los pozos ensayados no se alcanzó el caudal de agotamiento de pozo, tal vez la única excepción la constituya el pozo Yuma 4. En efecto, en dicho pozo para un caudal de 14 l/s el nivel dinámico desciende bajo los 75 m (pozo prácticamente agotado).

Finalmente, la curva de agotamiento del pozo permite además inferir acerca de las características del acuífero. En efecto, si la curva se aproxima a una recta, el comportamiento del acuífero es confinado y en caso contrario su comportamiento es libre. En este caso se observa que el acuífero presenta un comportamiento básicamente del tipo libre, lo cual es consistente con la información de la perforación de los pozos. En efecto, de acuerdo a los antecedentes proporcionados por la empresa que perforó y habilitó los pozos (Rock Drilling), no se encontró evidencia de confinamiento durante la perforación de los mismos.

**Figura 3.6 : Curva de Agotamiento del Pozo de Bombeo Andrea**

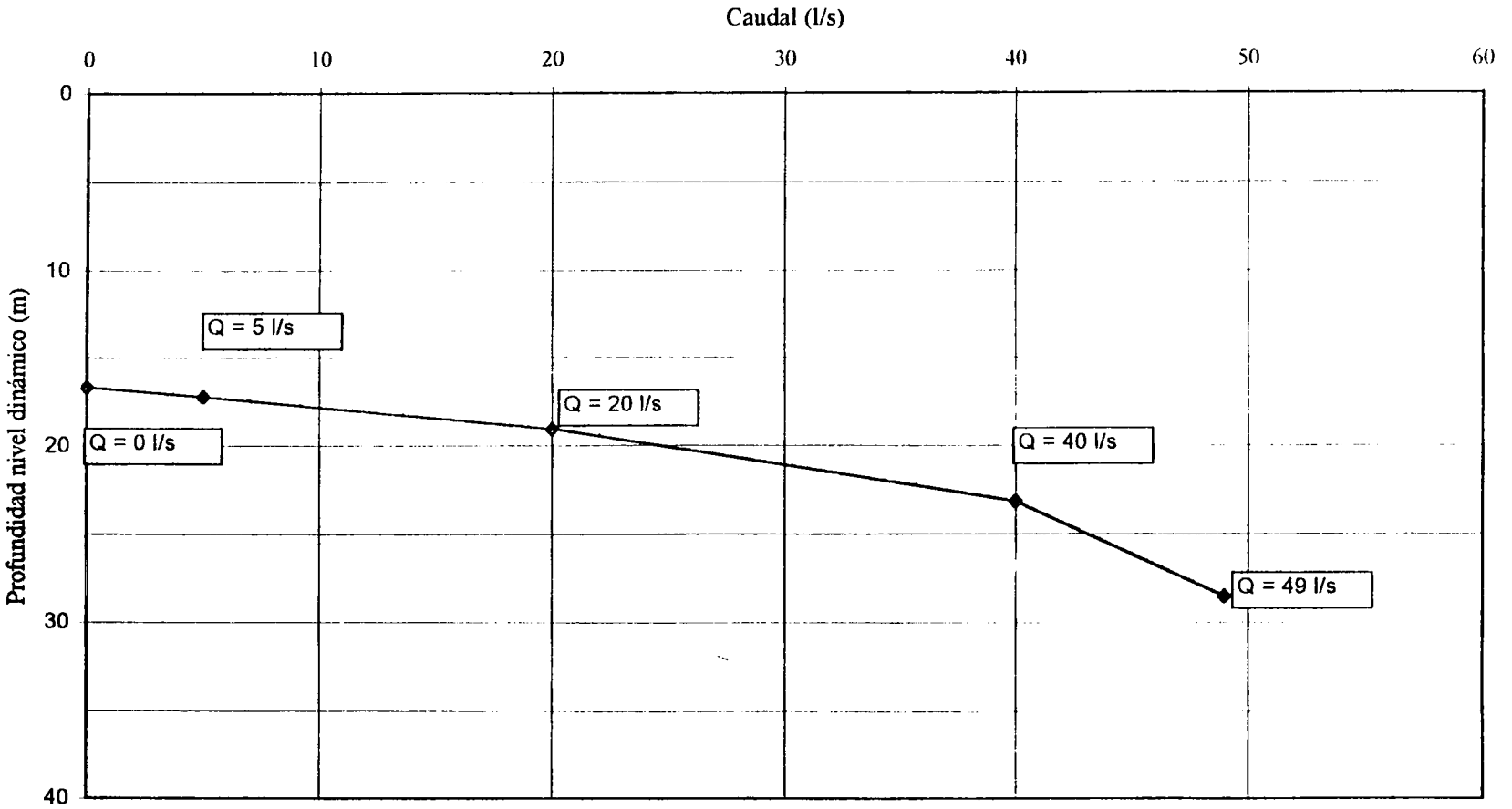


**Figura 3.7 : Curva de Agotamiento del Pozo de Bombeo Yuma 4**

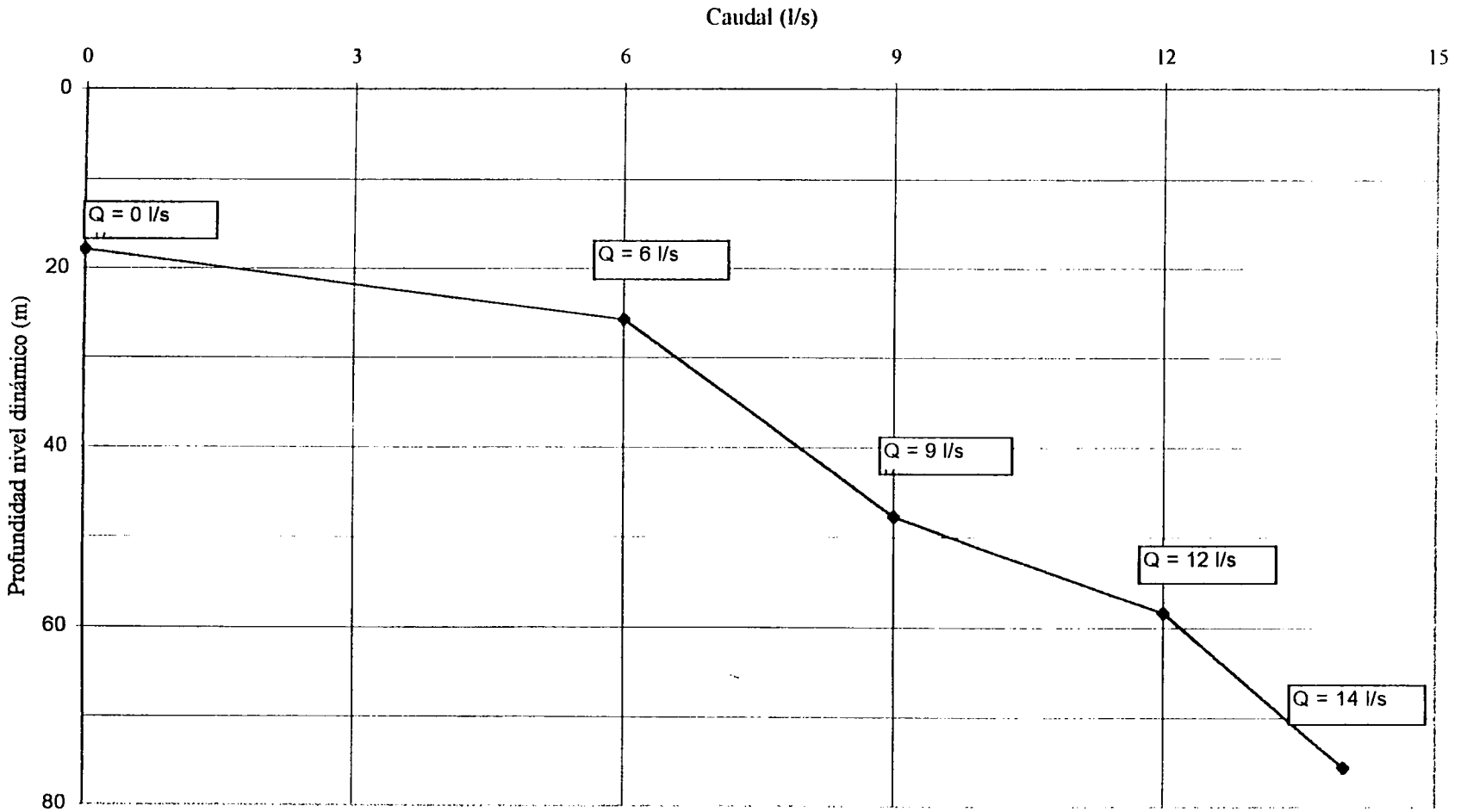


**Figura 3.8 : Curva de Agotamiento del Pozo de Bombeo Yuma 7**

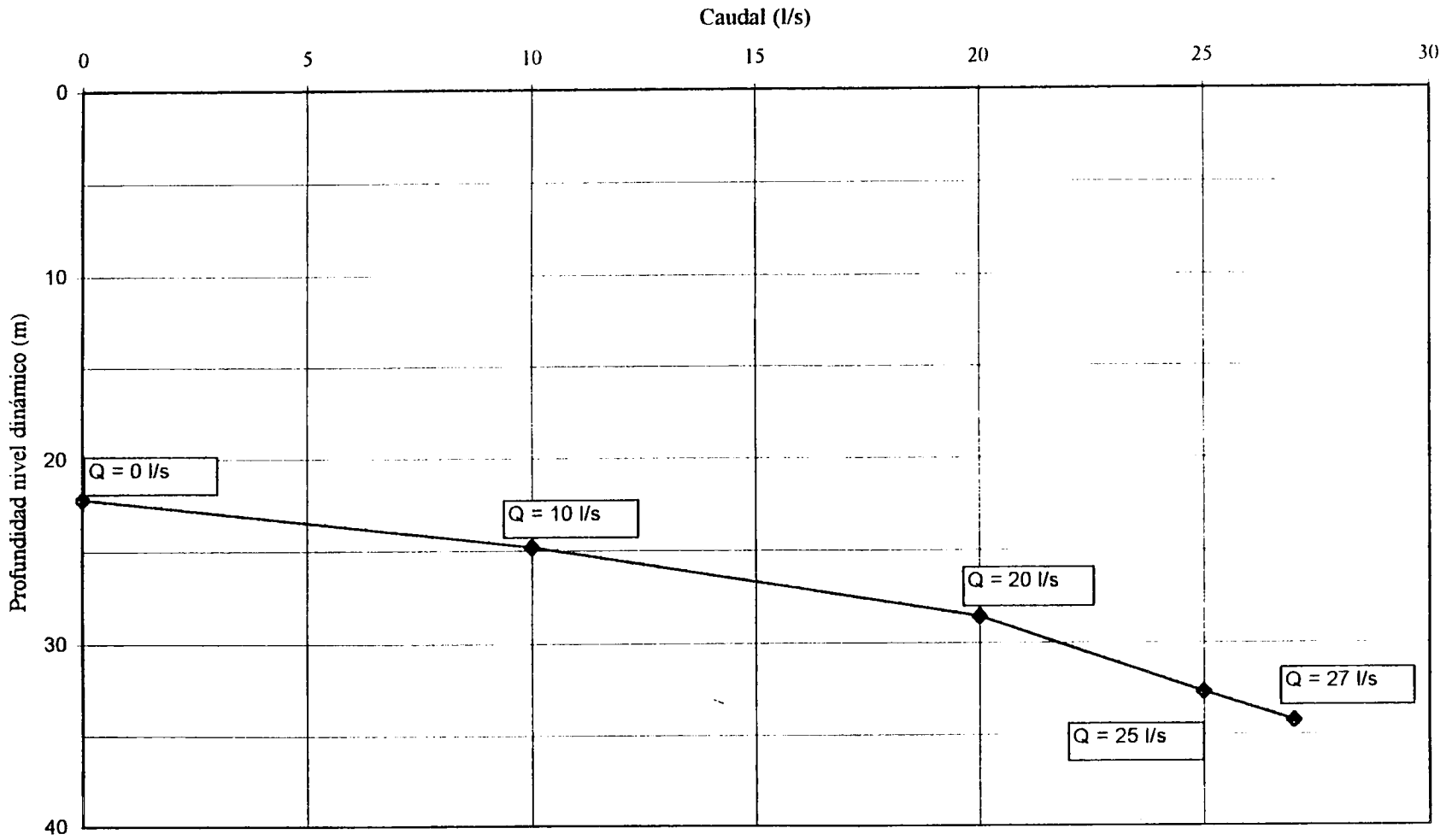


**Figura 3.9 : Curva de Agotamiento del Pozo de Bombeo Elena 8**

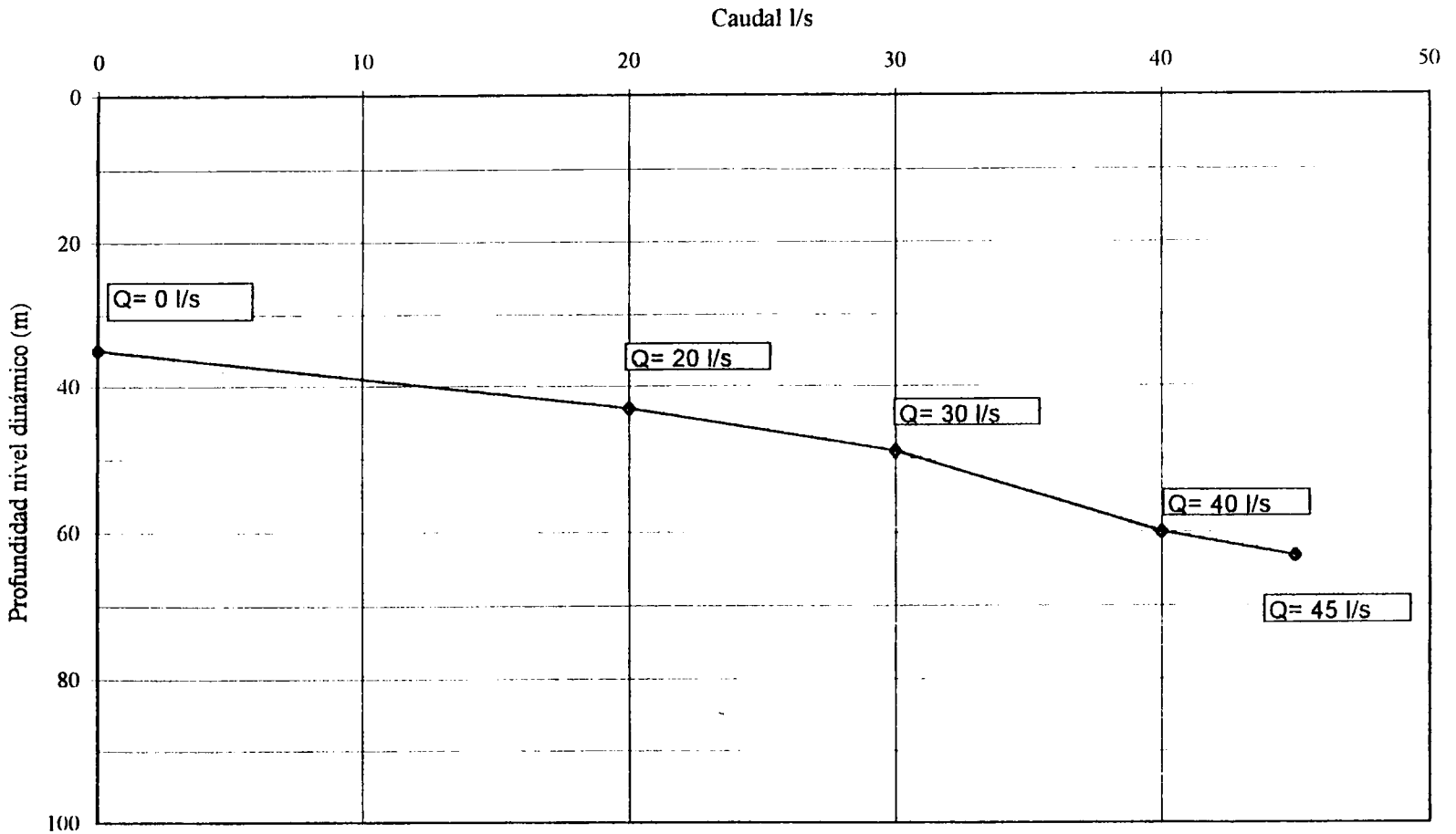
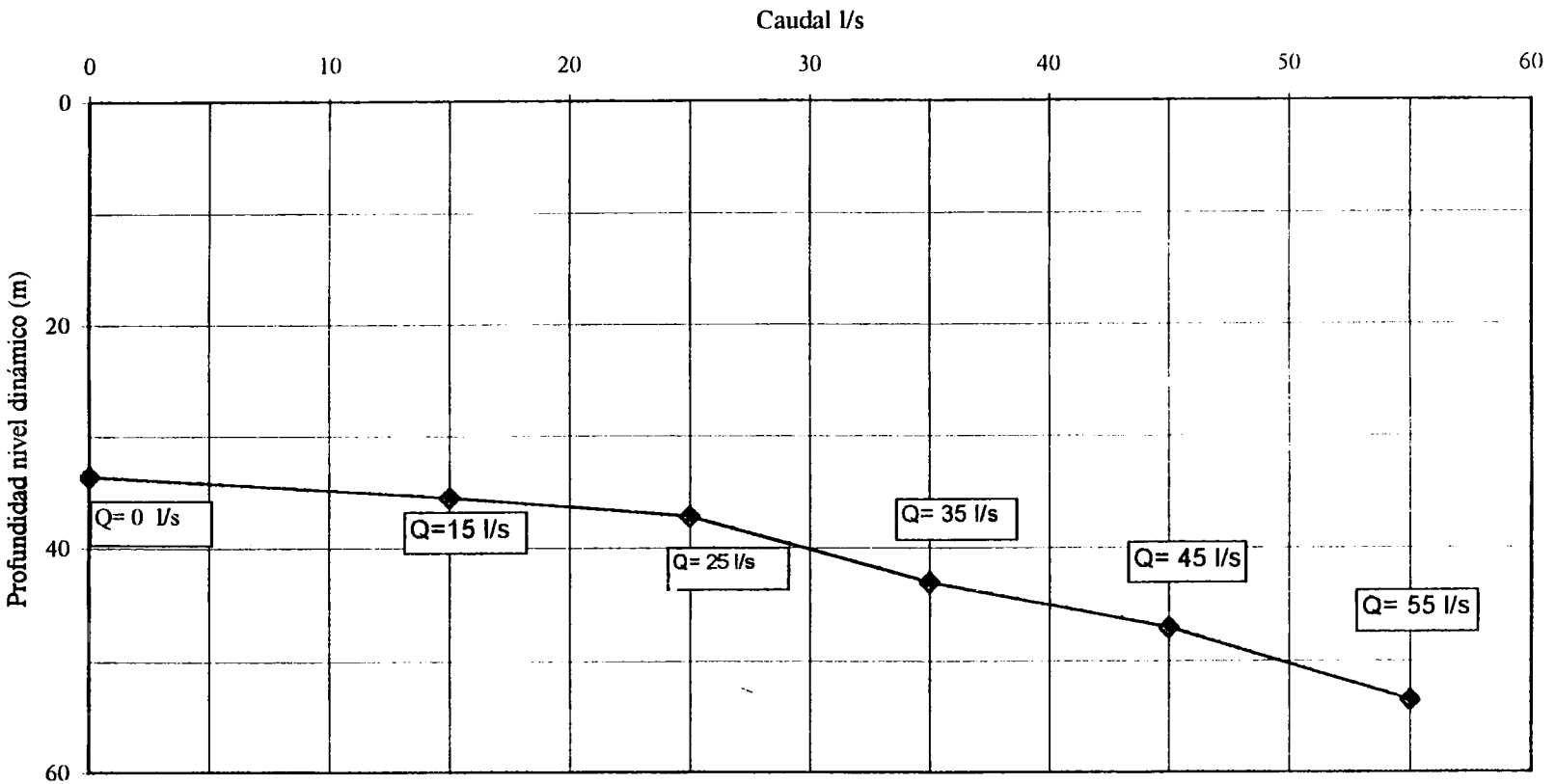


**Figura 3.10 : Curva de Agotamiento del Pozo de Bombeo Elena 13**



## 3.5 Constantes Elásticas

En base a los resultados obtenidos en las pruebas de gasto constante se estimaron las constantes elásticas del acuífero en la vecindad de cada pozo, es decir, el coeficiente de Almacenamiento y el coeficiente de Transmisividad. El cálculo se realizó por dos métodos distintos (Jacob y Theis) obteniéndose resultados comparables, considerando los errores propios para este tipo de estimaciones. Se utilizó para el cálculo el programa computacional AQTESOLV, desarrollado por el Modeling Group de Geraghty & Miller. Fuera de texto se presentan las memorias de cálculo respectivas (salidas del programa).

Se consideró para el cálculo que el acuífero es libre y que el espesor saturado varía aproximadamente entre 55 y 65 m, dependiendo de las cararterísticas de habiltación de cada pozo. Se consideró para el cálculo además un radio equivalente de 1 m para todos los pozo. En la Tabla 3.7 se presentan los resultados obtenidos, se muestra para cada pozo y métodos de estimación (Jacob y Theis) el valor de las propiedades elásticas del acuífero.

Tabla 3.7. Constantes elásticas estimadas en base a pruebas de gasto constante con monitoreo del nivel de la napa en el pozo de extracción.

| Pozo | Método de Cálculo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Jacob | | Theis | |
| | S (%) | T ($m^2$/día) | S (%) | T ($m^2$/día) |
| Andrea | 0,096 | 348 | 0,034 | 430 |
| Yuma 4 | 0,008 | 30 | 0,004 | 40 |
| Yuma 7 | 0,065 | 290 | 0,061 | 320 |
| Elena 8 | 0,170 | 177 | 0,099 | 220 |
| Elena 13 | 0,084 | 453 | 0,061 | 497 |

Como puede observarse los valores obtenidos son bastante homogéneos y consistentes con los antecedentes estratigráficos y de caudales específicos obtenidos. En efecto las constantes elásticas obtenidas en la vecindad del pozo Yuma 4 indican que el acuífero en dicho sector presenta características hidrogeológicas muy inferiores a las observadas en los otros pozos. Los mejores sectores hidrogeológicos corresponden a los de los pozos Andrea y Elena 13 con transmisividades del orden de 400 a 500 $m^2$/día, seguidos

de los sectores correspondientes a los pozos Yuma 7 y Elena 8, con transmisividades del orden de 200 a 300 $m^2$/día.

Con respecto al coeficiente de Almacenamiento se observan también valores bastante homogéneos, con la excepción del pozo Yuma 4 como era de esperar. Para el resto de los pozos (Andrea, Yuma 7, Elena 8 y Elena 13) los valores obtenidos son en general bajos (del orden de 0,1 % ). Considerando el tipo de rellenos y la metodología de cálculo utilizada (sin pozos de observación), se estima que estos valores son razonables y representan el almacenamiento de corto plazo en la vecindad del pozo de bombeo. Cabe destacar que el almecemaniento de largo plazo es siginificativamente mayor, recomendándose en la literatura valores del orden de 3 veces el almacenamiento de corto plazo hasta un orden de más de un orden de magnitud.

Tal como se señaló anteriormente, la prueba de gasto constante realizada en el pozo Yuma 7 contempló además el monitoreo de la napa en varios pozos de observación. En la Tabla 3.8 se identifican los pozos de observación utilizados, indicándose la distancia entre ellos y el pozo de bombeo y en la Tabla 3.9 se presentan los resultados obtenidos (medidas de depresión) en los 4 pozos de observación.

Tabal 3.8. Pozos de observación monitoreados en la prueba de bombeo de gasto constante realizada en el pozo Yuma 7.

| Pozo observación | Distancia al pozo de bombeo (m) |
|---|---|
| Yuma 5 | 1138,4 |
| Andrea | 825,4 |
| Yuma 4 | 1826,9 |
| S-39 | 137,7 |

En base a estos resultados se calculó el coeficiente de almacenamiento y el coeficiente de transmisividad. El cálculo se realizó en forma similar a los realizados anteriormente, esto es, se utilizó el mismo programa (AQTESOLV). En la Tabla 3.10 se presentan los resultados obtenidos, donde se muestra para cada pozo de observación y para ambos métodos de estimación (Jacob y Theis) el valor de las propiedades elásticas del acuífero.

Tabla 3.9. Monitoreo en pozos de observación de la prueba de gasto constante realizada en el pozo Yuma 7.

| Pozo Obs. Andrea | | Pozo Obs. Yuma 5 | | Pozo Obs. Yuma 4 | | Pozo Obs. S-39 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tiempo (min) | Depresión (m) | Tiempo (min) | Depresión (m) | Tiempo (min) | Depresión (m) | Tiempo (min) | Depresión (m) |
| 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 390 | 0,01 | 1281 | 0,02 | 1817 | 0,02 | 420 | 0,30 |
| 495 | 0,06 | 1713 | 0,07 | 2006 | 0,02 | 570 | 0,35 |
| 655 | 0,09 | 1935 | 0,12 | 2389 | 0,05 | 745 | 0,41 |
| 840 | 0,14 | 2420 | 0,13 | 2504 | 0,05 | 1102 | 0,47 |
| 960 | 0,18 | 2594 | 0,15 | | | 1320 | 0,52 |
| 1410 | 0,24 | | | | | 1860 | 0,56 |
| 1825 | 0,30 | | | | | 2160 | 0,61 |
| 2170 | 0,35 | | | | | 2220 | 0,61 |
| 2410 | 0,39 | | | | | 2280 | 0,61 |
| 2596 | 0,41 | | | | | 2400 | 0,64 |
| | | | | | | 2580 | 0,66 |

Tabla 3.10. Coeficientes de Almacenamiento y de Transmisividad estimados en base a medidas de depresión en pozos de observación durante la P. de gasto constante.

| Pozo Observación | Método de Cálculo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Jacob | | Theis | |
| | S (%) | T (m2/día) | S (%) | T (m2/día) |
| Andrea | 0,08 | 854 | 0,12 | 511 |
| Yuma 5 | 0,13 | 949 | 0,20 | 865 |
| S-39 | 0,65 | 978 | 0,76 | 921 |

Los resultados obtenidos son del mismo orden de magnitud que los obtenidos anteriormente en base a la información sólo en el pozo de bombeo, aunque algo superiores. En efecto, se obtuvo un valor de transmisividad del orden de 500 a 900 $m^2$/día.

El coeficiente de almacenamiento obtenido para el pozo de observación más cercano al pozo de bombeo es del orden de 0,7 % y para el pozo más alejados de aproximadamente

0,15 %. Estos valores son razonables para este tipo de rellenos y consistente con los obtenidos anteriormente.

Tal como se señaló anteriormente, el coeficiente de almacenamiento estimado en función de las pruebas de bombeo corresponde a un coeficiente de almacenamiento de corto plazo (horas) y no es representativo para efectos de calcular las reservas de agua almacenadas o la capacidad que tiene el acuífero de entregar agua en el largo plazo (años).

Con el fin de disponer de más antecedentes para estimar adecuadamente el coeficiente de almacenamiento se calculó el volumen total extraido durante la prueba de gasto constante en el pozo Yuma 7 y el volumen de suelo que aportó dicho volúmen de agua, es decir, se determinó el volúmen del cono de depresión que se produjo alrededor del pozo de bombeo durante la prueba, el cual se definió tomando en cuenta las medidas de depresión en los distintos pozos de observación. De esta forma se estimó un coeficiente de almacenamiento del orden de 0,7 %, valor similar al estimado en base a la prueba de bombeo de gasto constante.

Finalmente, en base a todos los antecedentes obtenidos, se estima como valor representativo para el coeficiente de transmisividad 500 $m^2$/día (valor relativamente conservador). Por lo tanto, considerando un espesor saturado medio del orden de 50 m (obtenido en base a la profundidad de los pozos y al nivel estático del sector), se puede estimar la permeabilidad promedio del acuífero en alrededor de 10 m/día.

Con respecto al coeficiente de almacenamiento de largo plazo, considerando el tipo de acuífero (libre), los antecedente estratigráficos (básicamente arenas), los valores obtenidos en la pruebas de bombeo y la experiencia de este consultor en este tipo de medios, se estima razonable un valor del orden del 4 a 8 %.

¿dónde está la litología?

## 3.6 Prueba de Bombeo de Gasto Constante Simultánea de Larga Duración

### 3.6.1 Características generales y resultados obtenidos

Durante el mes de Octubre de 1996 se realizaron tres pruebas de bombeo de gasto constante simultáneas de larga duración en los pozos Andrea, Yuma 7 y Yuma 4.

La prueba consistió en bombear a caudal constante dichos pozos, durante más de una semana (8 días), y observar como varía el nivel de la napa en los pozos de bombeo y en algunos piezómetros de observación existentes en la zona.

En la Tabla 3.11 se muestran la ubicación de los pozos de observación y de bombeo, los caudales de extracción proyectados para la prueba y el nivel estático de la napa en los pozos de bombeo y de observación. La ubicación de dichos pozos se puede observar en el plano que se adjunta fuera de texto (ver anexos).

Tabla 3.11. Ubicación y características de los pozos utilizados en la prueba de bombeo.

| Pozo | Coordenada U.T.M | | Altura (msnm) | N. E. (msnm) | Tipo de pozo | Caudal (l/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | | | | |
| Yuma 4 | 7.685.662,76 | 442.329,13 | 923,88 | 905,21 | Bombeo | 9 |
| Andrea | 7.685.707,06 | 443.417,62 | 923,22 | 905,62 | Bombeo | 36 |
| Yuma 7 | 7.685.260,01 | 444.111,05 | 927,68 | 904,98 | Bombeo | 25 |
| Yuma 5 | 7.685.224,53 | 442.973,17 | 924,12 | 905,00 | Observ. | - |
| S-39 | 7.685.397,70 | 444.115,00 | 925,80 | 905,46 | Observ. | - |

En cada pozo de bombeo se instaló una tubería de PVC de más de 35 m de longitud que permitió evacuar las aguas extraidas. Además, se dispuso de un pala mecánica que se utilizó para excavar sendas zanjas que permitieron conducir el agua desde al desague de la tubería hasta una distancia aun mayor, la que en algunos casos alcanzó a más de 100 m, lo que sumado a la baja permeabilidad de las primeras capas de suelo (arcillas, yeso, etc.) permitió asegurar que el agua bombeada no retornaría al acuífero durante la realización de la prueba de bombeo.

Los equipos utilizados en la prueba fueron tres grupos generadores para hacer funcionar las bombas, dos camiones, tres camionetas doble tracción, piezómetros, cronómetros, discos aforadores de caudal, equipos de radio, y otros equipos menores

La supervisión por parte del DIHA se materializó mediante dos visitas a terreno -de tres y dos días de duración- durante la ejecución de la prueba, complementadas por contactos telefónicos y vía fax diarios entre el personal de supervisión de SQM y del DIHA.

La prueba se llevó a cabo según lo planificado, con la única excepción de una falla en la bomba en el pozo Yuma 4 que se produjo a las 135 horas de haber comenzado la prueba, lo que obligó disminuir el caudal de prueba en este pozo desde 25 l/s a 13 l/s.

En la Figura 3.11 se muestran las depresiones de la napa a través del tiempo medidas en los diferentes pozos de bombeo y de observación, debido al funcionamiento simultáneo de todos los pozos de bombeo, con el programa de extracción que se muestra en la Tabla 3.12.

Tabla 3.12. Caudales extraídos en la prueba de gasto constante simultánea de larga duración.

| Pozo | Caudal (l/s) | |
|---|---|---|
| | 0 a 135 horas | 135 a 194 horas |
| Yuma 4 | 9 | 9 |
| Andrea | 36 | 36 |
| Yuma 7 | 25 | 13 |
| Total | 70 | 58 |

Un primer análisis de los resultados obtenidos permite inferir que los pozos están interferidos entre sí. En efecto, la disminución del caudal en el pozo Yuma 7 a las 135 horas (8100 minutos) produjo un efecto en el nivel de la napa en todos los pozos, observándose un cambio de tendencia (pendiente) en la curva de depresión medida en todos los pozos.

**Figura 3.11.a : Resultados Prueba de Gasto Constante Simultánea de larga duración**

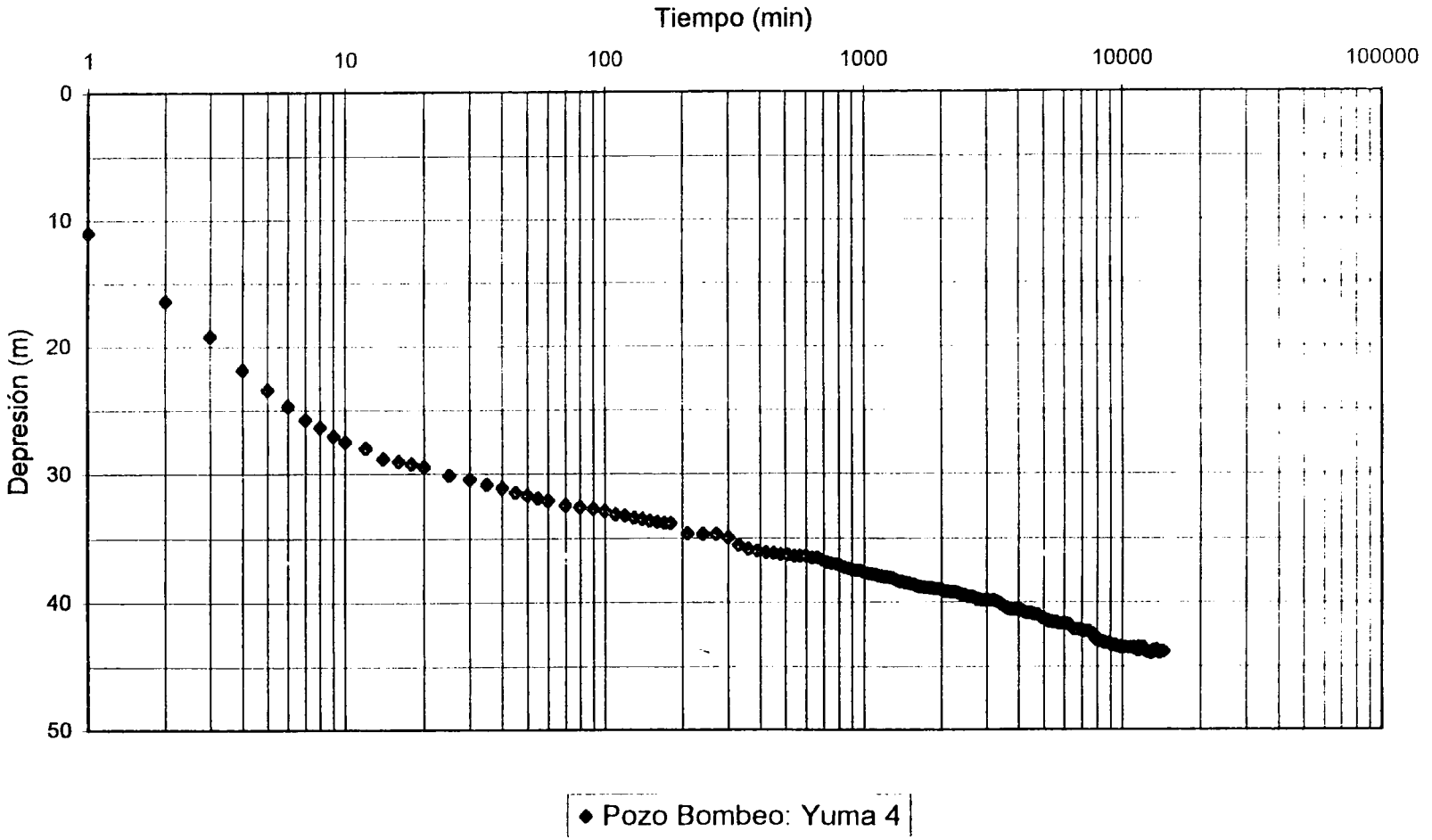


**Figura 3.11.b : Resultados Prueba de Gasto Constante Simultánea de larga duración**

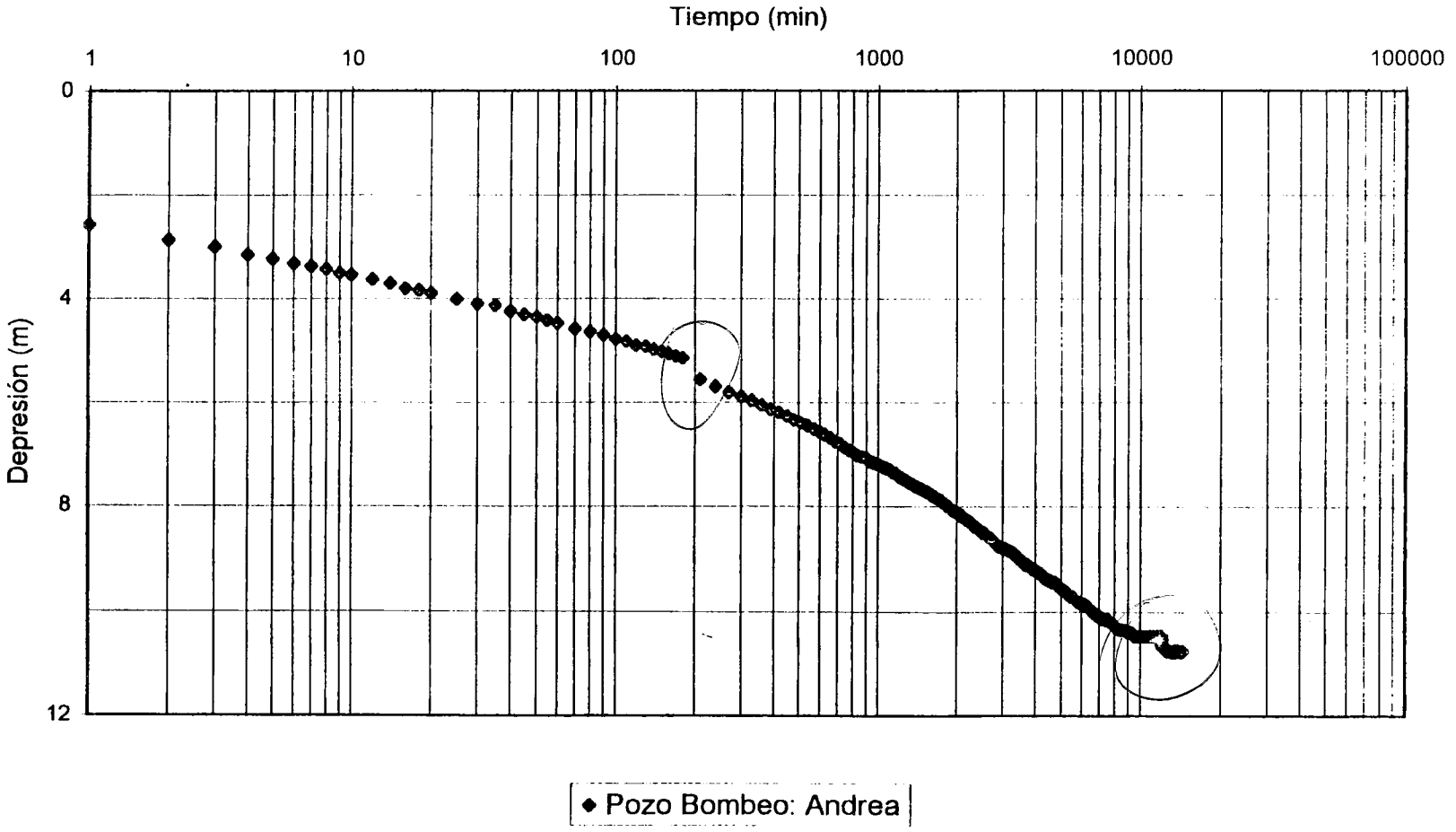


**Figura 3.11.c : Resultados Prueba de Gasto Constante Simultánea de larga duración**

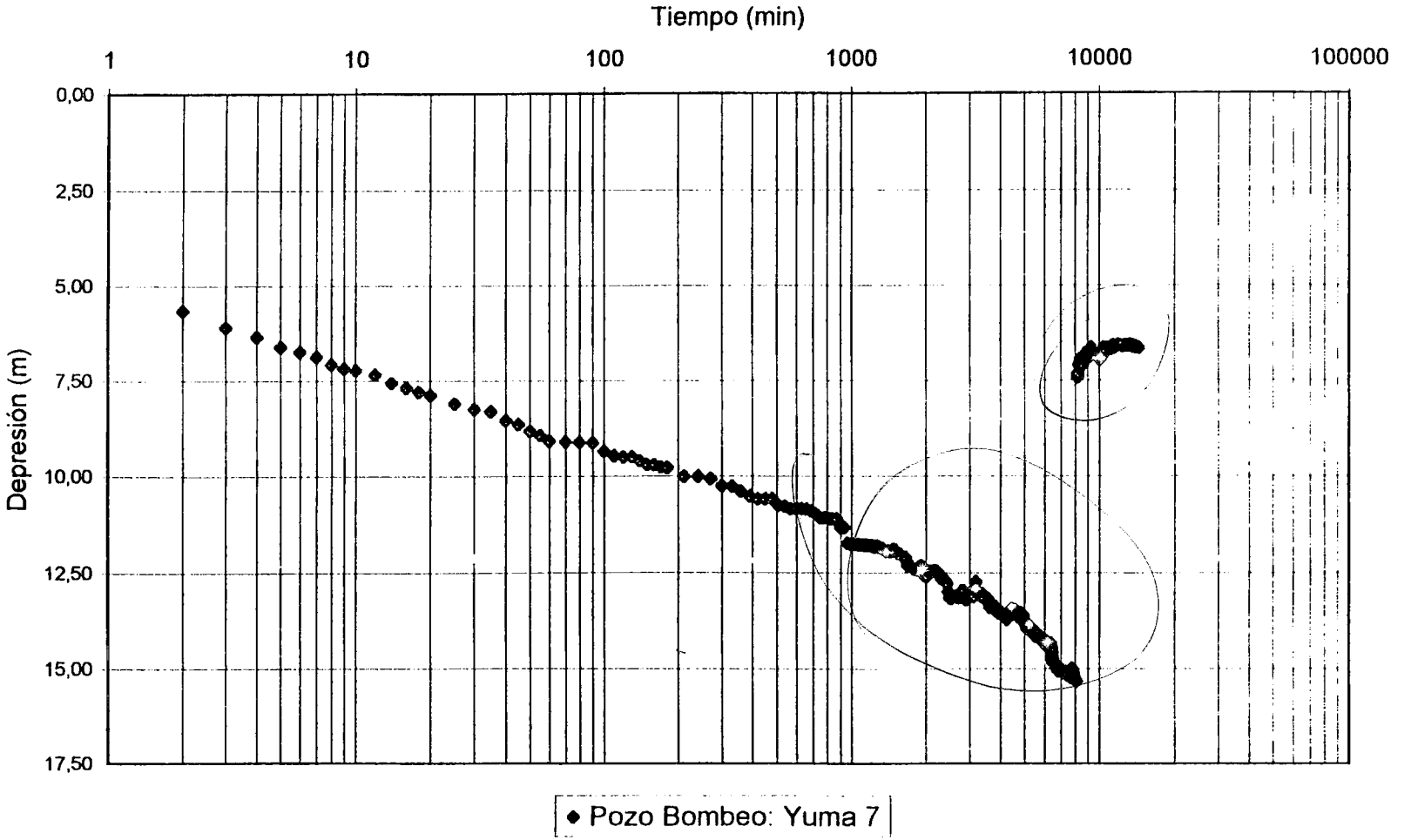


**Figura 3.11.d : Resultados Prueba de Gasto Constante Simultánea de larga duración**

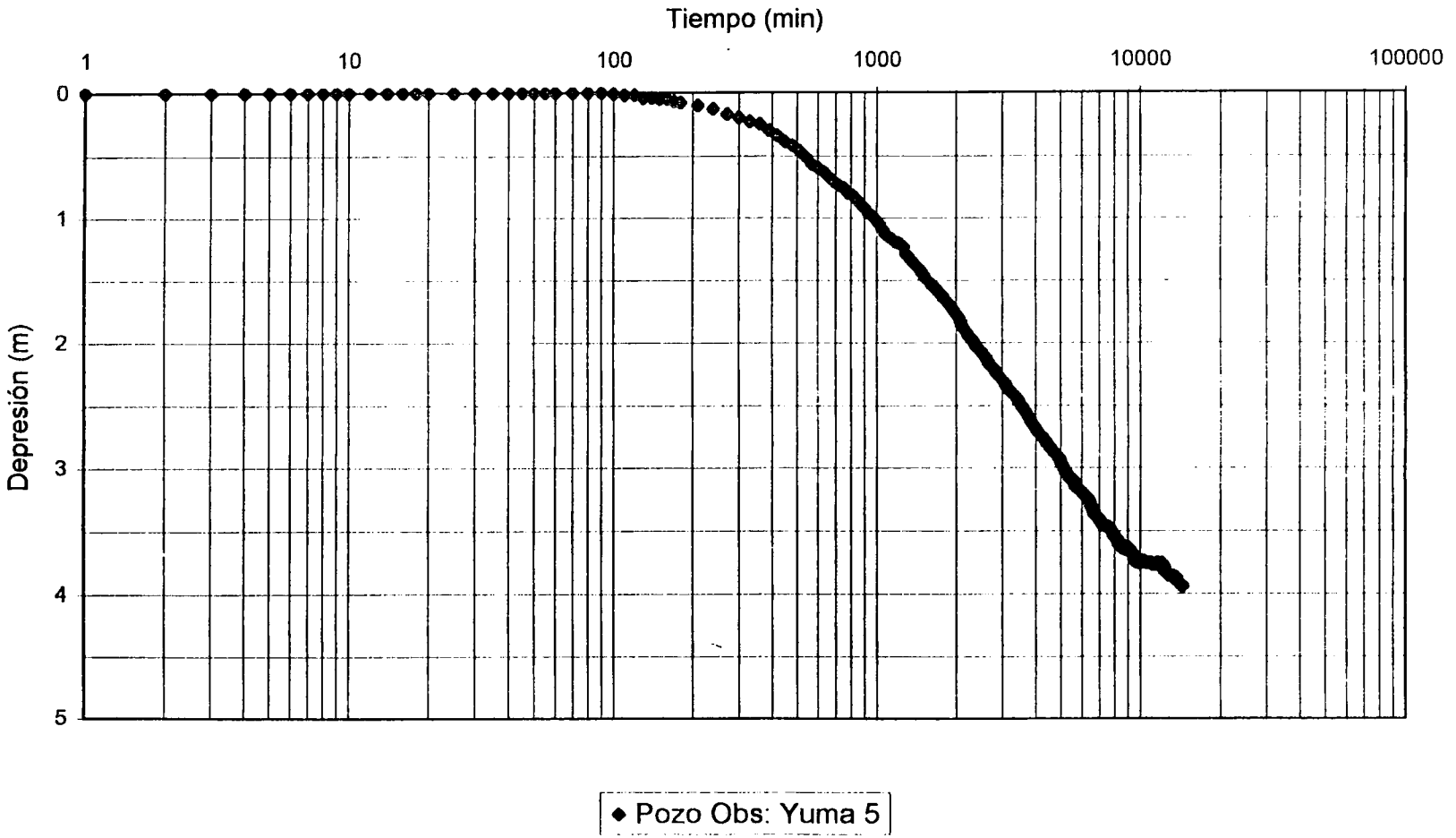
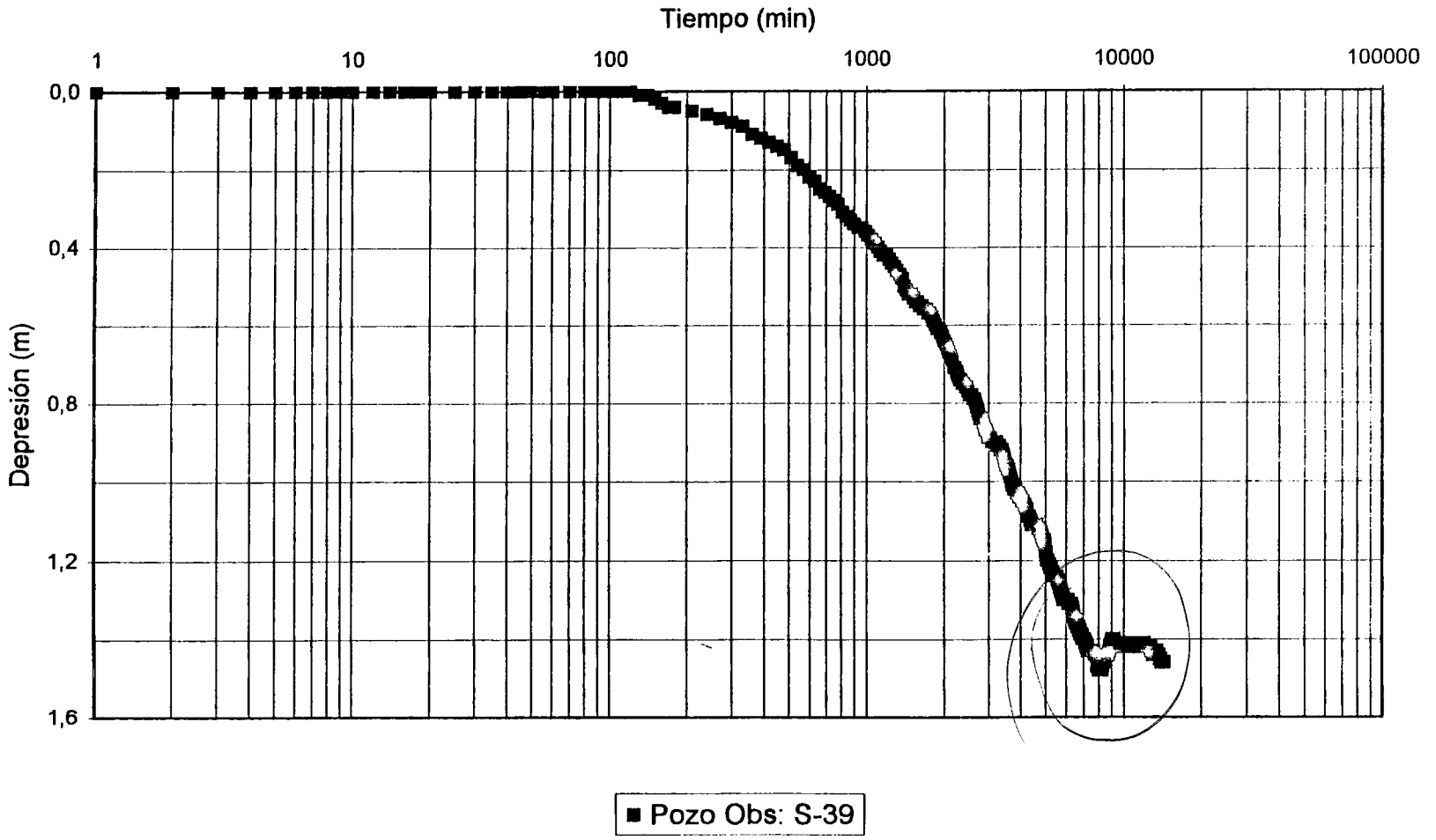


**Figura 3.11.e : Resultados Prueba de Gasto Constante Simultánea de larga duración**



### 3.6.2 Interpretación de la prueba

a) Metodología

Por tratarse de una prueba en la que se extrae simultáneamente desde 3 pozos, se debe considerar el aporte de cada uno de los pozos ($s_i$) a la depresión total (s) en alguno de los dos pozos de observación, es decir :

$$s = \sum_{i=1}^{n} s_i \qquad (1)$$

A su vez el aporte de cada pozo se puede modelar como :

$$s_i = \frac{Q_i}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot W(u_i) \qquad (2)$$

con

$$u_i = \frac{r_i \cdot S}{4 \cdot T \cdot t} \qquad (3)$$

donde:

- W(u) : es la función del pozo,
- $Q_i$ : es el caudal extraido en el pozo i,
- T : es el coeficiente de transmisividad,
- S : es el coeficiente de almacenamiento,
- $r_i$ : es la distancia entre el pozo de observación analizado y el pozo de bombeo i, y
- t : es el tiempo transcurrido desde el inicio del bombeo.

La función del pozo se puede evaluar utilizando el método de Jacob-Cooper. Este método consiste en aproximar el valor de la función del pozo según la siguiente expresión :

$$W(u_i) = -\,Ln(1{,}781 \cdot u) = -\,2{,}3 \cdot Log(1{,}781 \cdot u) \qquad (4)$$

con lo que se llega a lo siguiente

$$s = \sum_{i=1}^{n} \left\{ 0{,}183 \cdot \frac{Q_i}{T} \cdot \mathrm{Log}\left( \frac{2{,}25 \cdot T \cdot t}{r_i^{\,2} \cdot S} \right) \right\} \tag{5}$$

ó

$$s = \frac{0{,}183}{T} \cdot \sum_{i=1}^{n} \left[ Q_i \cdot \mathrm{Log}\left( \frac{2{,}25 \cdot T}{r_i \cdot S} \right) \right] + \frac{0{,}183}{T} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^{n} Q_i \right\} \cdot \mathrm{Log}(t) \tag{6}$$

Esta ecuación se le puede asimilar a una recta de la forma

$$y = a + b \cdot x \tag{7}$$

y considerando además que

$$Q = \sum_{i=1}^{n} Q_i \tag{8}$$

se tiene :

$$T = \frac{0{,}183 \cdot Q}{b} \tag{9}$$

y

$$S = 2{,}25 \cdot T \cdot \left( 10^{\frac{a \cdot T}{0{,}183 Q}} \right) \cdot \prod_{i=1}^{n} (r_i)^{\frac{Q_i}{Q}} \tag{10}$$

El coeficiente de almacenamiento (S) se puede obtener también reemplazando algún punto sobre la recta en la ecuación de depresión (ec. 5) y luego despejando S.

b) <u>Resultados</u>

En la Tabla 3.13 se muestran los valores de los coeficientes de almacenamiento y de transmisividad estimados en base a la metodología antes expuesta. Las ecuaciones de las rectas de ajustes son :

Pozo observación S-39: $s = 1{,}39 \cdot \mathrm{Log}(t) - 3{,}96$ (11)

Pozo observación Yuma 5: $s = 2{,}90 \cdot \mathrm{Log}(t) - 7{,}76$ (12)

donde t es el tiempo en minutos y s es la depresión en metros.

Tabla 3.13. Constantes elásticas del acuífero obtenidas con la prueba de gasto constante simultánea de larga duración

| Pozo de observación | Jacob | |
|---|---|---|
| | S (%) | T ($m^2$/día) |
| Yuma 5 | 0,043 | 382 |
| S-39 | 0,400 | 783 |

El análisis e interpretación de los resultados obtenidos en esta prueba permiten hacer los siguientes comentarios:

- Las constantes eláticas del acuífero estimada mediante esta prueba no difieren significativamente de las estimadas anteriormente en base a las pruebas individuales.

- los diferentes valores de transmisividad estimados se pueden explicar satisfactoriamente con la información de los perfiles estratigráficos, la que indica que en general el sector del pozo Yuma 4 es de inferiores características hidrogeológicas que los sectores donde se emplazan los pozos Andrea y Yuma 7.

## 3.7 Análisis Químicos de Muestras de Agua

El Laboratorio Químico de Análisis de Agua y Riles de DICTUC S.A realizó durante el último trimistre de 1996 análisis físico-químicos de diferentes muestras de agua subterránea extraídas de distintos pozos de explotación situados en la zona de interés (pozos Yuma 4, Yuma 7 y Andrea). Específicamente, se analizó tres muestras, una para cada captación indicada. Las muestras fueron cotejadas respecto de la Norma de Agua Potable N.Ch.409 /1.Of 84, la cual controla parámetros tanto físicos, químicos como bacteriológicos.

Los resultados obtenidos muestran que desde el punto de vista físico ninguna de las tres muestras cumple con la Norma de Agua Potable. En efecto, todas las muestras no satisfacen los requerimientos de sabor, y además la muestra asociada al sondaje Andrea excede la norma en cuanto al parámetro color verdadero (30 Pt-Co como valor medido respecto de 20 Pt-Co como límite máximo permitido).

Respecto de la calidad química de las muestras ensayadas, ninguna de las tres cumple con la Norma de Agua Potable. En la Tabla 3.14 se resumen los principales resultados obtenidos y fuera de texto se presentan los análisis completos realizados. Se observa que todas las muestras presentan problemas similares, asociados su salinidad. En efecto, el límite máximo de cloruros se excede aproximadamente 8 veces en el pozo Yuma 7 y alrededor de 11 veces en los otros dos. De igual manera, los sulfatos son excedidos alrededor de 8 veces la norma para los pozos Andrea y Yuma 4 y de 11 veces para el sondaje Yuma 7. Se observa además que las muetras se encuentran excedidas respecto de la norma en el contenido de arsénico.

Tabla 3.14. Resumen de resultados de análisis químicos (mg/l).

| Parámetro | Máximo | Pozo Andrea | Pozo Yuma 4 | Pozo Yuma 7 |
|---|---|---|---|---|
| arsénico | 0,05 | 0,31 | 0,30 | 0,401 |
| cadmio | 0,01 | 0,013 | 0,012 | 0,023 |
| cloruro | 250 | 2732 | 2783 | 2051 |
| plomo | 0,05 | 0,44 | 0,44 | 0,29 |
| sólidos disueltos | 1000 | 8485 | 8568 | 7476 |
| sulfatos | 250 | 2043 | 2146 | 2742 |

## 3.8 Niveles Estáticos y Funcionamiento Hidráulico

La información histórica de niveles estáticos en el sector es muy reducida, no obstante, en base a dicha información (Tabla 3.15), se puede concluir que no existe un gradiente hidráulico bien definido en el sector. En todo caso, los valores definen un pequeño gradiente en la dirección Este-Oeste y Noreste-Suroeste.

Con respecto a la variación de los niveles estáticos en el tiempo, los antecedentes disponibles indican que no se han producido variaciones significativas en los últimos años, tal como se puede apreciar en la Fig. 3.2. Dicha figura muestra un registro de la profundidad del nivel estático durante los últimos 5 años medidos en un piezómetro, ubicado en las cercanías del sondaje Yuma 1, que forma parte del Banco Nacional de Aguas (BNÀ) de D.G.A.

Finalmente, se concluye que no hay suficiente información que permita definir con seguridad el sentido del escurrimiento subterráneo que el salar. Se estima que el escurrimiento es básicamente desde el Norte o Noreste hacia el Sur o Suroeste, lo cual indica que existe un cierto caudal subterráneo de recarga desde dichos sectores.

Tabla 3.15 Nivel estático en sondajes del Salar de Sur Viejo.

| Sondaje | Altura (msnm) | Nivel Estático | |
|---|---|---|---|
| | | Prof. (m) | Elev. (msnm.) |
| Yuma 5 | 924,12 | 19,12 | 905,00 |
| Andrea | 923,22 | 17,6 | 905,62 |
| Yuma 7 | 927,68 | 22,7 | 904,98 |
| Yuma 4 | 923,88 | 18,67 | 905,21 |
| Elena 7 | 936,85 | 31,69 | 905,10 |

Fuente : SOQUIMICH S.A.

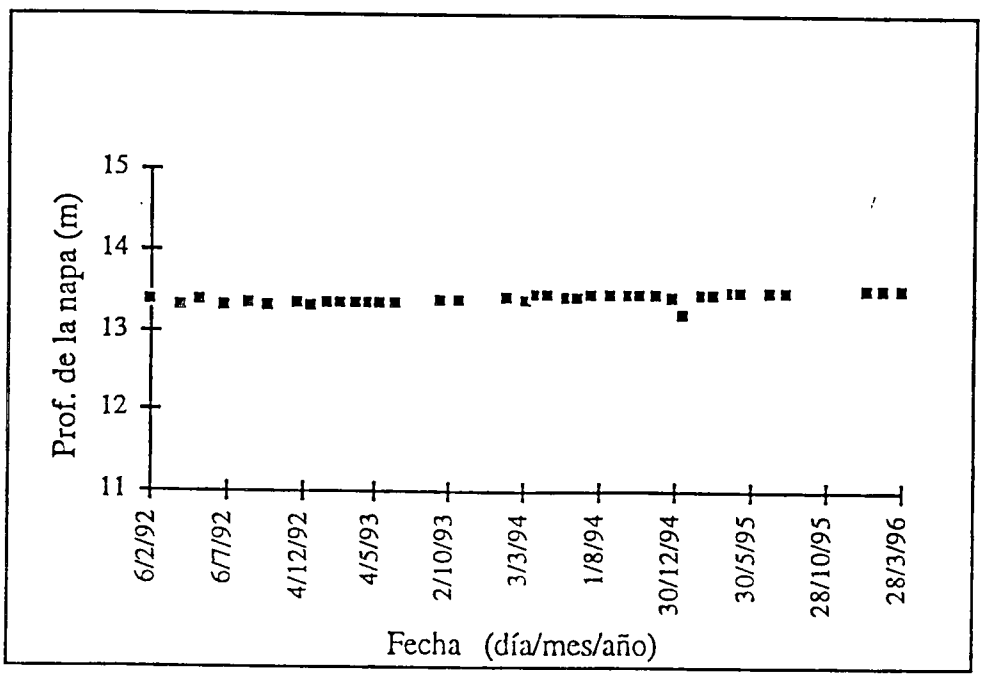



Figura 3.12. Profundidad del nivel estático en piezómetro de la DGA rol BNA 1700160-4 ubicado en el Salar de Sur Viejo.

## 3.9 Dimensiones del Acuífero y Volumen Almacenado

Los antecedentes existentes han permitido definir principalmente las dimensiones del acuífero y por consiguiente el volumen de agua almacenado en él.

Se estima que el acuífero abarca un área de al menos 100 $km^2$ (ver Figura 1) y tiene un espesor saturado medio no inferior a 50 m. En este sentido es muy importante señalar que los límites del acuífero y la profundidad de la roca no están bién definidos, siendo altamente probable que el espesor saturado sea significativamente superior a 50 m y que la superficie sea mayor a 100 $km^2$. En efecto, los sondajes de exploración Elena 7, 9 y 10 alcanzaron mas de 100 m de profundidad y no detectaron la roca (el nivel estático en dicho sector se ubica a una profundidad aproximada de 34 m). Por su parte, los límites del acuífero tampoco están bien definidos, particularmente los límites Este, Sur, Norte.

Luego, aceptando las dimensiones del acuífero antes mencionados, el volumen saturado sería del orden de 5.000 Millones de $m^3$ (100 $km^2$ x 50 m).

Finalmente, considerando un almacenamiento del 6% (recordar que se estimó un rango entre el 4 y 8% para este coeficiente), el volumen de agua almacenada que el acuífero puede entregar se estima en 300 Millones de $m^3$. Dicha estimación es conservadora y contempla solo el agua almacenada y no contempla la eventual recarga que puede tener el sistema.

## 3.10 Nuevos Estudios

Con el fin de definir con mayor precisión la geometría y geomorfología del acuífero (paticularmente sus límites) así como también el sentido del escurrimiento y su eventual recarga subterránea, se contempla desarrollar estudios adicionales y trabajos de terreno. Específicamente se contempla realizar las siguientes actividades :

- Fotogeología.
- Ejecución de perfiles gravimétricos.
- Ejecución de perfiles T.E.M. (trasciente electromagnético).
- Revisión y análisis del marco geológico local y de otros antecedentes geológicos disponibles.
- Definición del contacto roca-relleno.
- Definición de las unidades o sedimentos que componen el acuífero.
- Monitoreo de niveles estáticos.
- Reinterpretación hidrogeológica.
- Modelación del sistema. Esta última actividad se contempla realizar en la medida que la información disponible lo permita y sea necesario.

Estas actividades se desarrollarán durante este año (1998). Actualmente se han iniciado los trabajos geológicos (fotogeología). Cabe destacar que estos estudios están orientados a evaluar la potencialidad total del acuífero, la que sin lugar a dudas es mayor a la estimada en este informe con los antecedentes diponibles.

# IV RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este informe se han presentado, discutido y analizado una serie de nuevos antecedentes geológicos e hidrogeológicos sobre el Salar de Sur Viejo, recopilados en base a trabajos de terreno y gabinete. Estos nuevos antecedentes han permitido mejorar sustancialmente la caracterización hidrogeológica del acuífero anidado en los rellenos que conforman dicho salar. Las principales conclusiones obtenidas se pueden resumir en :

- Se reconoce la existencia de un acuífero de características hidrogeológicas adecuadas para su explotación y con un interesante volumen almacenado (al menos 300 Millones de $m^3$).

- Los límites de este acuífero, tanto en superficie como en profundidad no están del todo bién definidos siendo altamente probable que el acuífero sea mayor a lo estimado en este informe y por consiguiente sus reservas de agua.

- El funcionamiento hidráulico del acuífero muestra un escurrimiento subterráneo muy reducido, el cual sería principalmente de Este a Oeste y de Noreste a Sureste, lo que indicaría una recarga subterránea desde dichos sectores.

- El acuífero no presenta afloramientos superficiales en el sector estudiado, indicándose el nivel estático entre los 17 y 34 m de profundidad aprox.

- El acuífero está hidráulicamente desconectado del acuífero ubicado mas al Sur en el denominado Salar de Llamara (DIHA, 1994) y por consiguiente cualquier explotación que se realice en el acuífero de Sur Viejo no tendrá ningún efecto sobre aquel ubicado en el Salar de Llamara.

- Por el Sur, es posible que exista una conexión hidráulica con el acuífero ubicado en el sector del Salar de Bellavista, el cual podría actuar como una fuente de recarga. Cabe recordar (DIHA, 1994) que existe una diferencia de cotas del nivel estático de alrededor de 30 m entre ambos salares, ubicándose el nivel estático en el Salar de Bellavista a la cota superior. Esta recarga no se pudo evaluar, con los antecedentes disponibles.

- La recarga directa hacia el acuífero producto de la infiltración de las lluvias que se producen en el altiplano, se estimó en 16 l/s como promedio anual en el largo plazo (DIHA, 1994). Dicha recarga se materializaría principalmente a través de la Quebrada de Chipana.

- La transmisividad media del acuífero se estimó en 500 $m^2$/día, el almacenamiento entre el 4 y 8% y la permeabilidad media en 10 m/día.

- El agua del acuífero es básicamente salobre, no siendo adecuada para ser utilizada como agua potable. En efecto, las muestras obtenidas superan aproximadamente 10 veces (en promedio) la norma en cloruros y sulfatos. Por su parte, los sólidos disueltos también superan ampliamente la norma (alrededor de 8 veces).

- Las pruebas de bombeo individuales realizadas en cada pozo permitieron definir los siguientes caudales de explotación para cada uno de ellos (Tabla 4.1.) :

Tabla 4.1. Caudales de explotación recomendados para cada pozo.

| Pozo | Caudal (l/s) |
|---|---|
| Andrea | 49 |
| Yuma 4 | 11 |
| Yuma 7 | 26 |
| Elena 8 | 40 |
| Elena 13 | 40 |
| Total | 166 |

- Finalmente se concluyó, considerando la mala calidad físico-química del agua subterránea, el volumen de agua almacenada, la eventual recarga del acuífero desde el Este y Noreste, la desconexión hidráulica con el acuífero ubicado en el Salar de Llamara y el hecho de estar ubicado a una cota (del nivel estático) de 30 m por debajo del acuífero anidado en el Salar de Bellavista; que la explotación de este acuífero no produce ningún efecto sobre los otros acuíferos

existentes en la región y que el recurso a explotar no presenta características adecuadas para usos potables.

- Es importante recordar además, que se están realizando una serie de trabajos geológicos e hidrogeológicos, tanto en terreno como en gabinete, que permitirán (en el curso de este año) completar adecuadamente la caracterización hidrogeológica del acuífero de Sur Viejo y así poder evaluar la potencialidad total del acuífero.

# ANEXOS

# Contenidos

Anexo : Plano de ubicación de sondajes de exploración y pozos de explotación

Anexo : Columnas estratigráficas de sondajes de exploración

Anexo : Columnas estratigráficas de pozos de explotación

Anexo : Perfiles de habilitación de pozos de explotación

Anexo : Registros de pruebas de bombeo

-Pruebas de gasto variable y de gasto constante pozo Andrea
-Pruebas de gasto variable y de gasto constante pozo Yuma 4
-Pruebas de gasto variable y de gasto constante pozo Yuma 7
-Pruebas de gasto variable y de gasto constante pozo Elena 8
-Pruebas de gasto variable y de gasto constante pozo Elena 13

Anexo : Memorias de cálculo pruebas de bombeo de gasto constante

-Resultados obtenidos con monitoreo en pozo de bombeo
-Resultados obtenidos con monitoreo en pozos de observación en prueba de gasto constante Yuma 7

Anexo : Resultados de análisis químicos

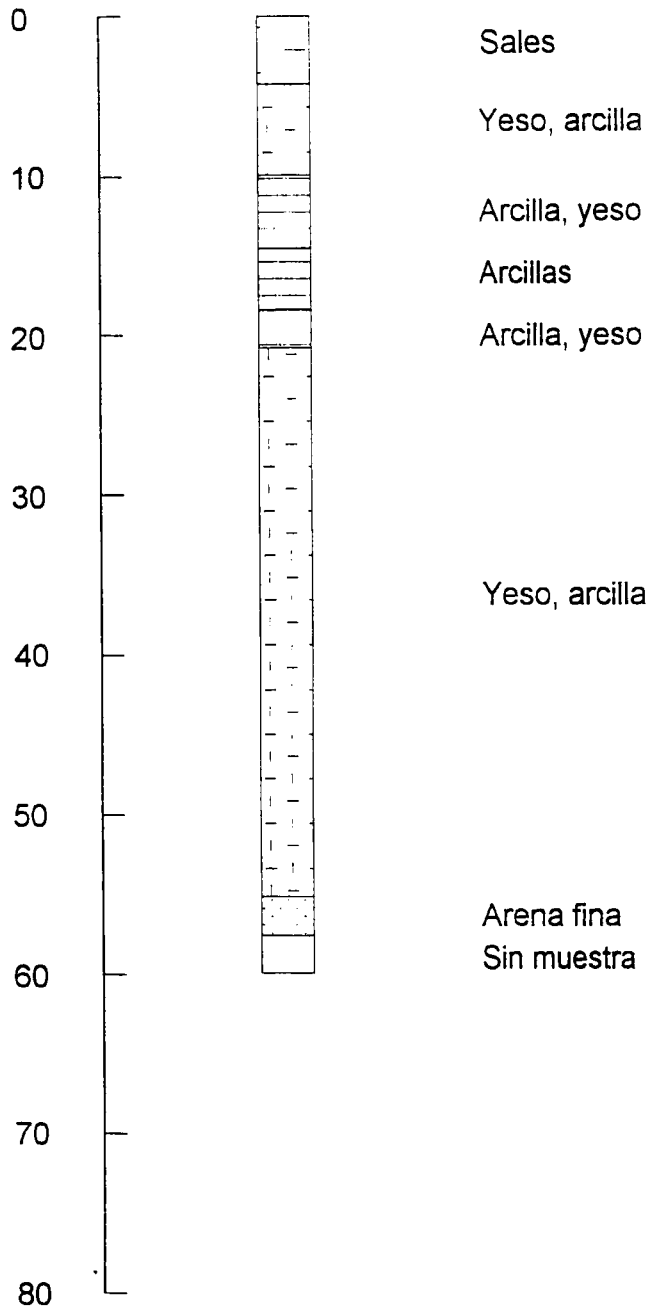
-Pozo Yuma 4
-Pozo Yuma 7
-Pozo Andrea

# ANEXO

## Plano de ubicación de sondajes de exploración y pozos de explotación

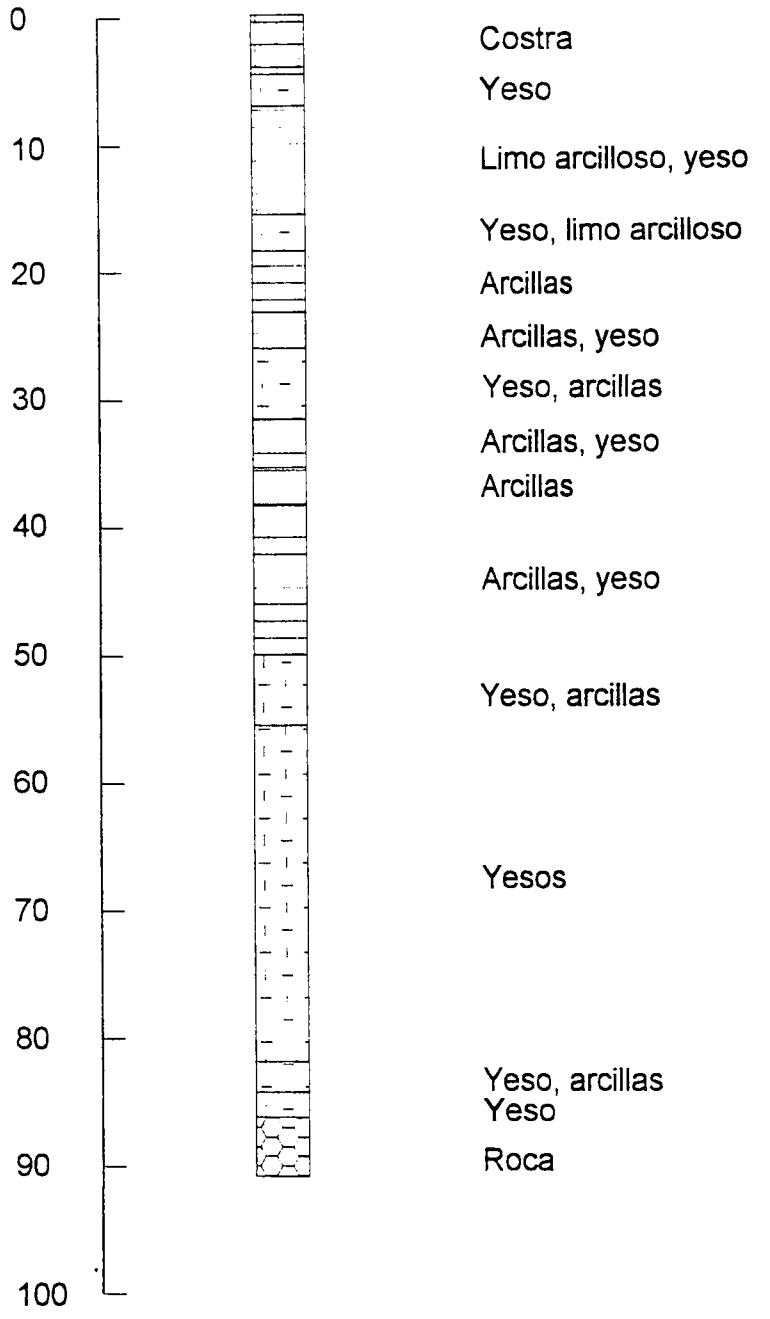
# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Yuma 1



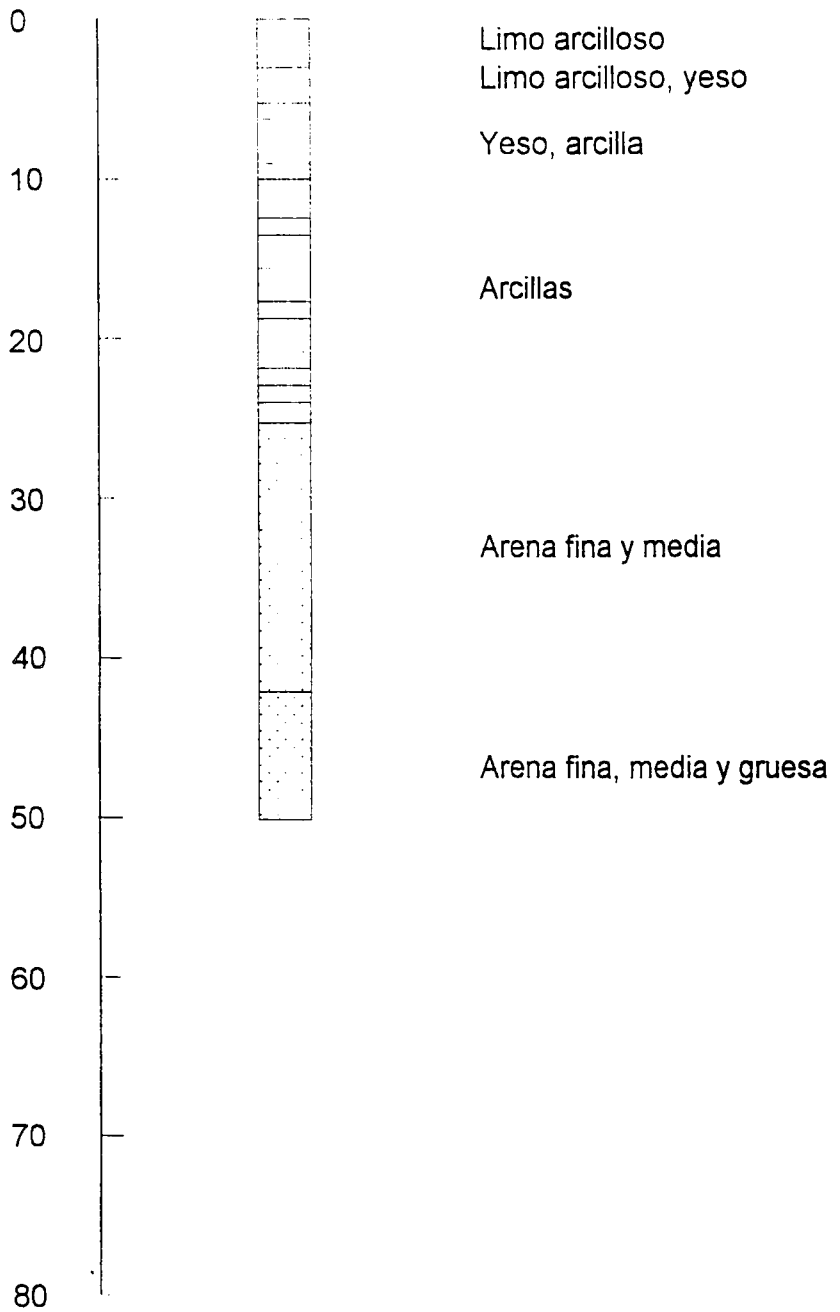
# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Yuma 2



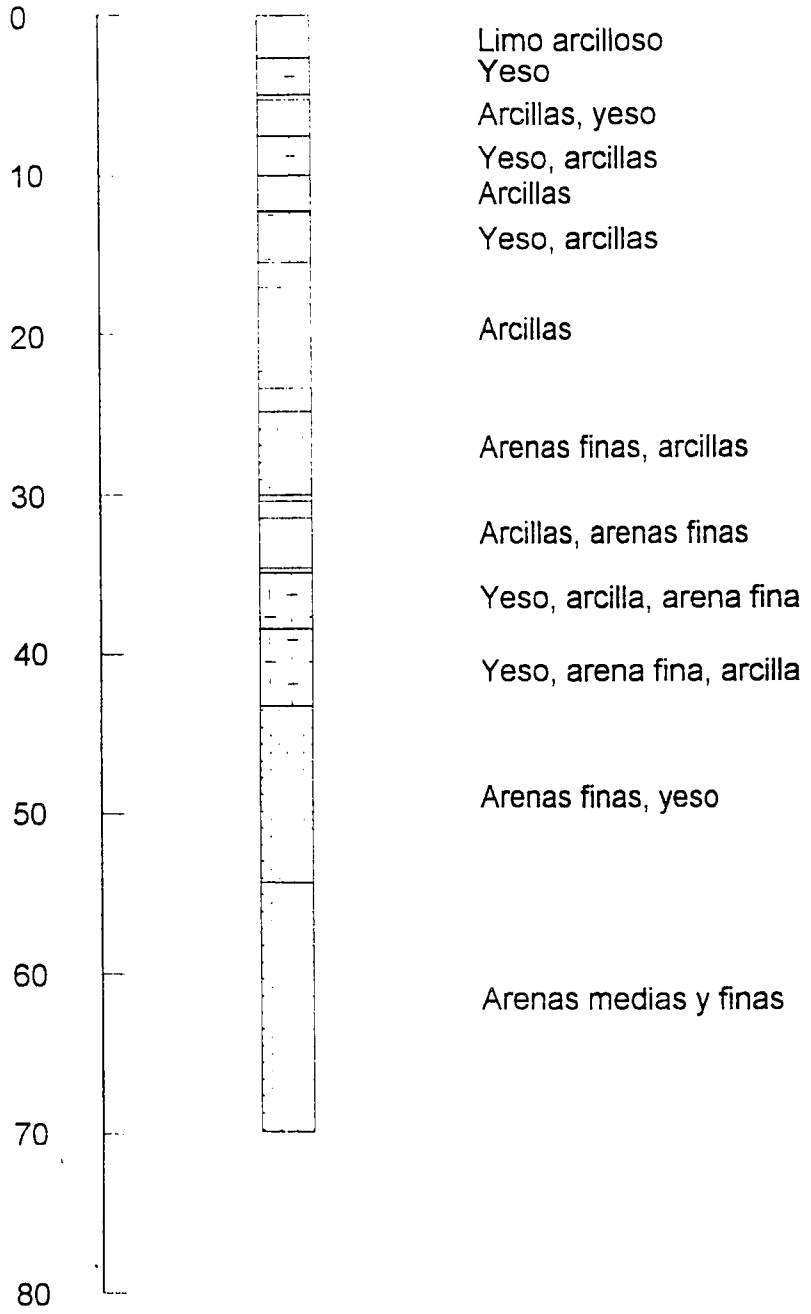
# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Yuma 3



# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Yuma 5

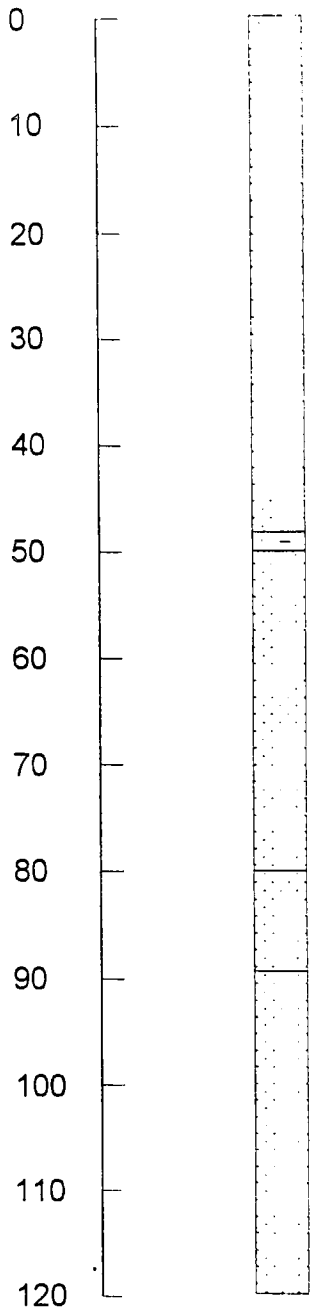


# ANEXO

## Columnas estratigráficas de sondajes de exploración

# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Elena 7




Arena fina con matriz de limo, intercalación de yeso

Yeso

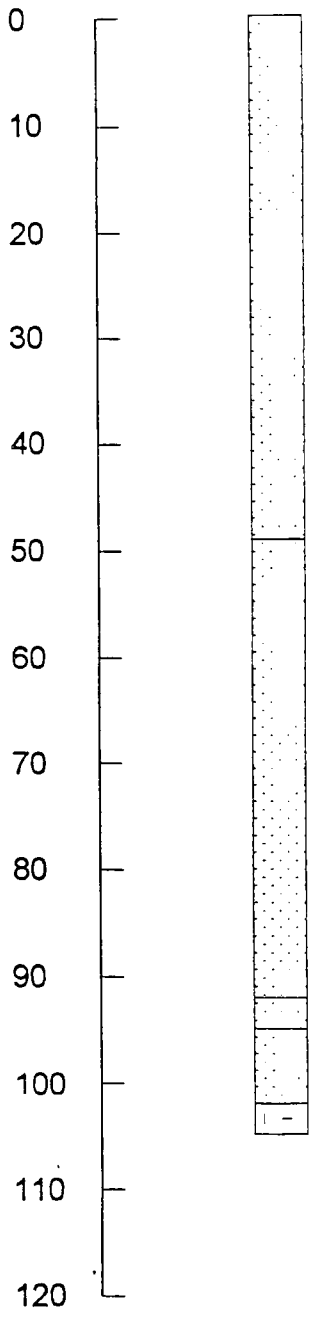
Arena media, intercalación de arena gruesa

Arena gruesa, muy gruesa

Arena media, líticos 70%, 30% QZ-Feld

# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Elena 9




Arena fina con matriz de limo rojo, intercalación de yeso (34-42 m) nivel limo arcilloso

Arena media con clastos líticos (70%) y QZ-Feld (30%)

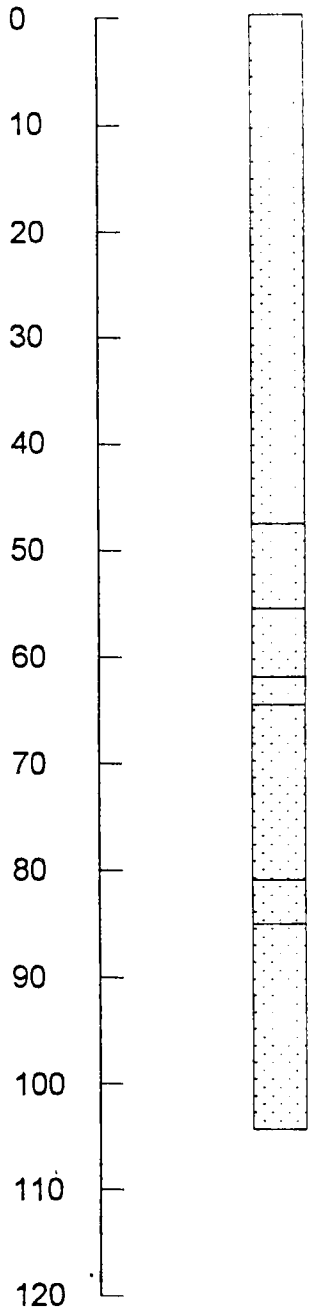
Arena fina con matriz limo

Arena media, lítico (70%) y QZ-Feld (30%)

Nivel de yeso

# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Elena 10




Arena fina con matriz de limo rojo, intercalación de yeso

Arenita yesífera

Arena media

Arena muy gruesa, grava fina

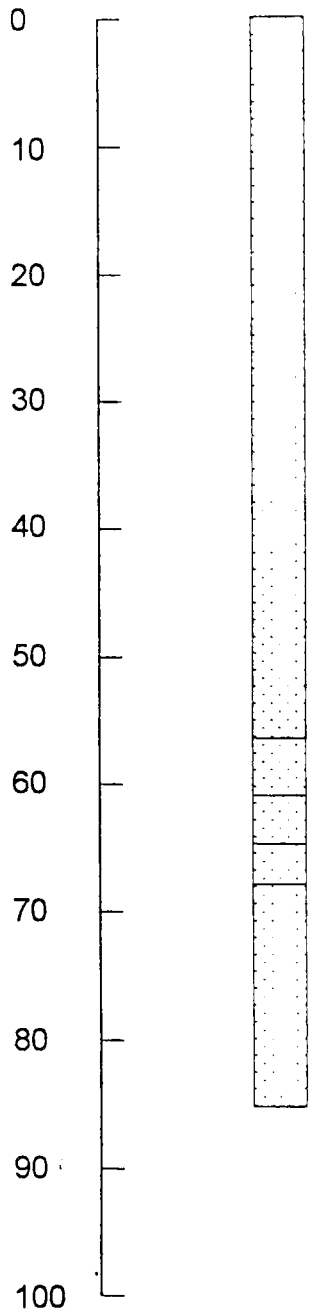
Arena media

Arena fina, matriz limo café

Arenisca media, lítico (60%), QZ-Feld (40%)

# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Elena 11




Arena fina a media con matriz de limo rojo, intercalación de yeso

Arena media, clastos volcánicos (70%) QZ-Plag (30%)

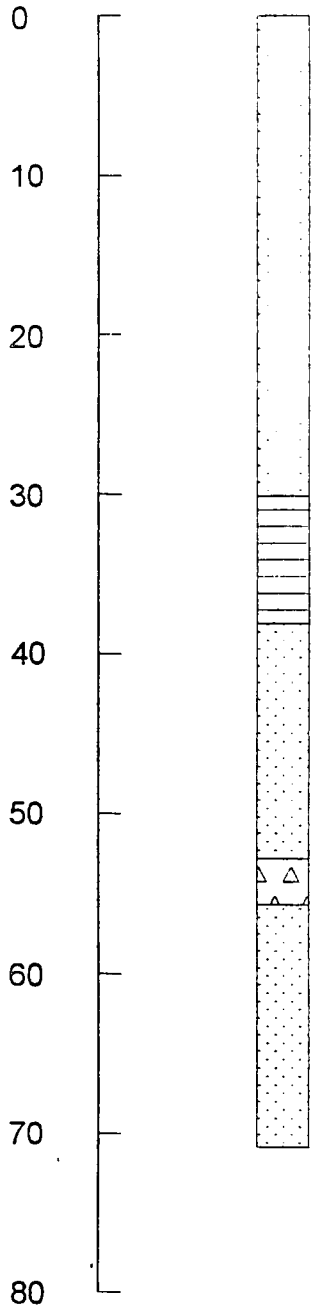
Arena gruesa-muy gruesa, clastos lítico indiferenciados

Arena media, clastos volcánicos (70%) QZ-Feld (30%)

Arena gruesa a muy gruesa, clastos líticos (80%) y QZ-Feld (20%)

# Columna Estratigráfica

Sondaje de Exploración Elena 12




Arena fina con matriz de limo rojo, intercalación de yeso

Limo arcilloso

Arena media

Grava lítica

Arena gruesa, lítica 70% y 30% QZ-Feld

# ANEXO

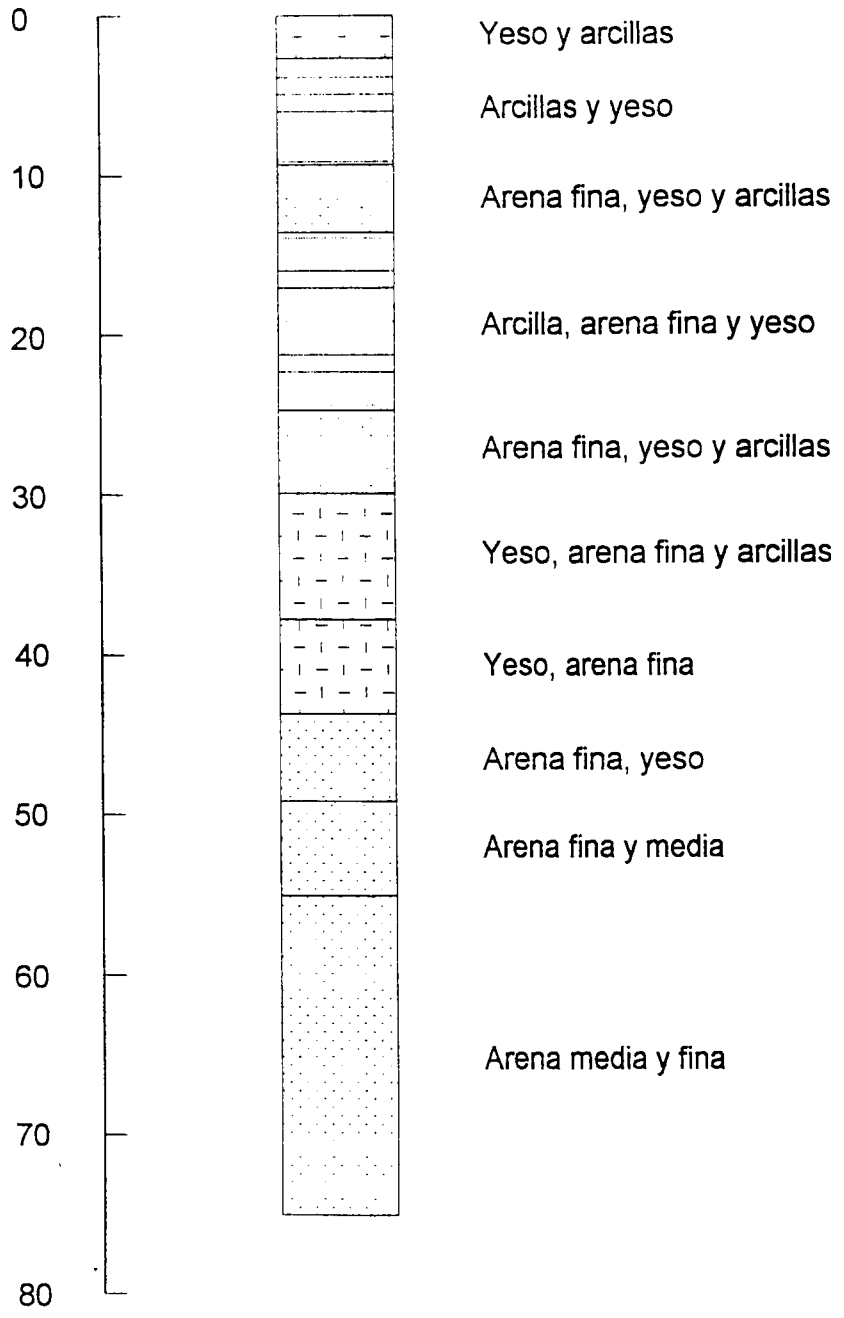
## Columnas estratigráficas de pozos de explotación

# Columna Estratigráfica

## Pozo Andrea

Coordenadas: N: 7.685.707,06
E: 443.417,62

Cota: 923,22 m.s.n.m.

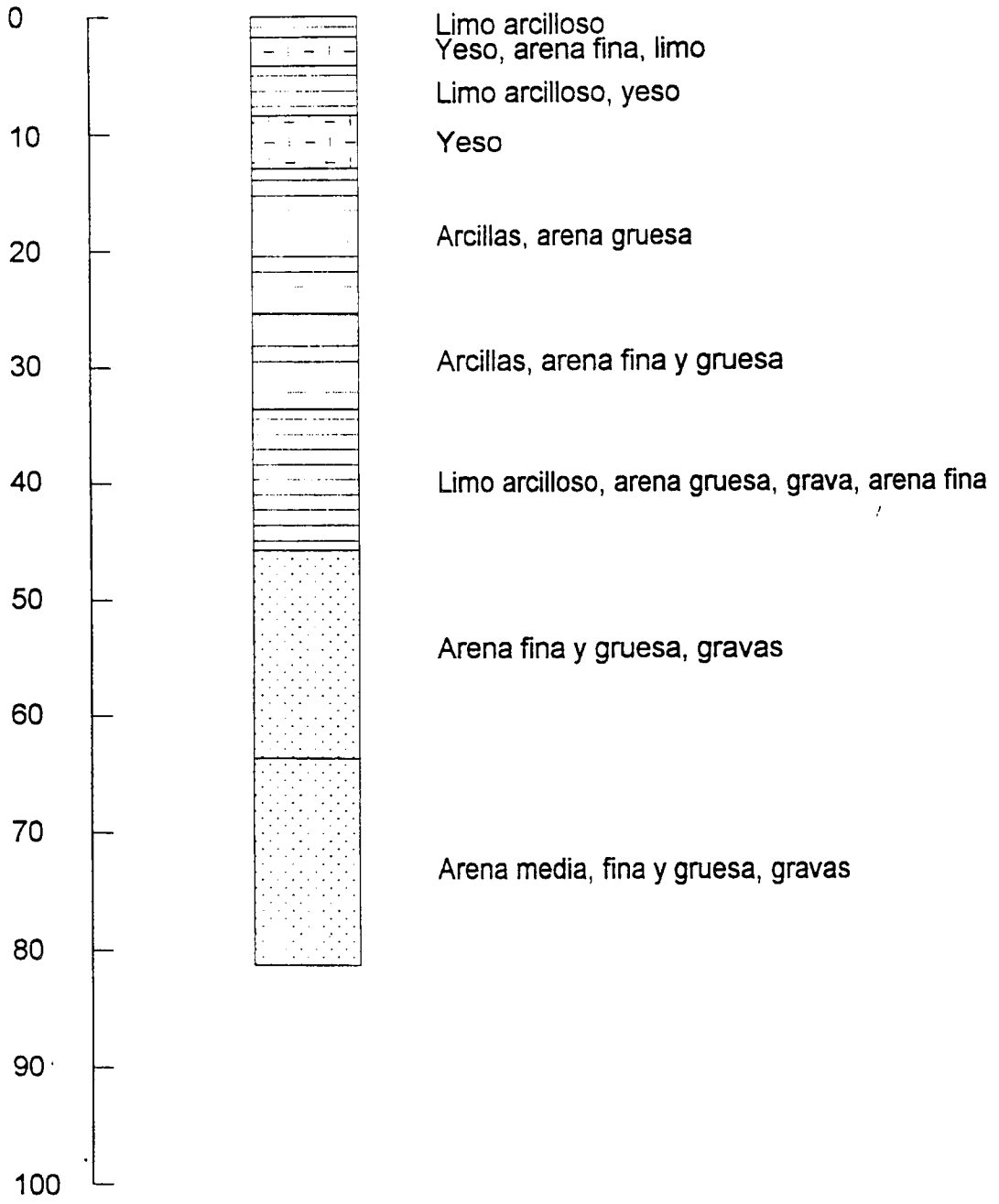


# Columna Estratigráfica

## Pozo Yuma 4

Coordenadas: N: 7.685.662,76
E: 442.329,13

Cota: 923,88 m.s.n.m.

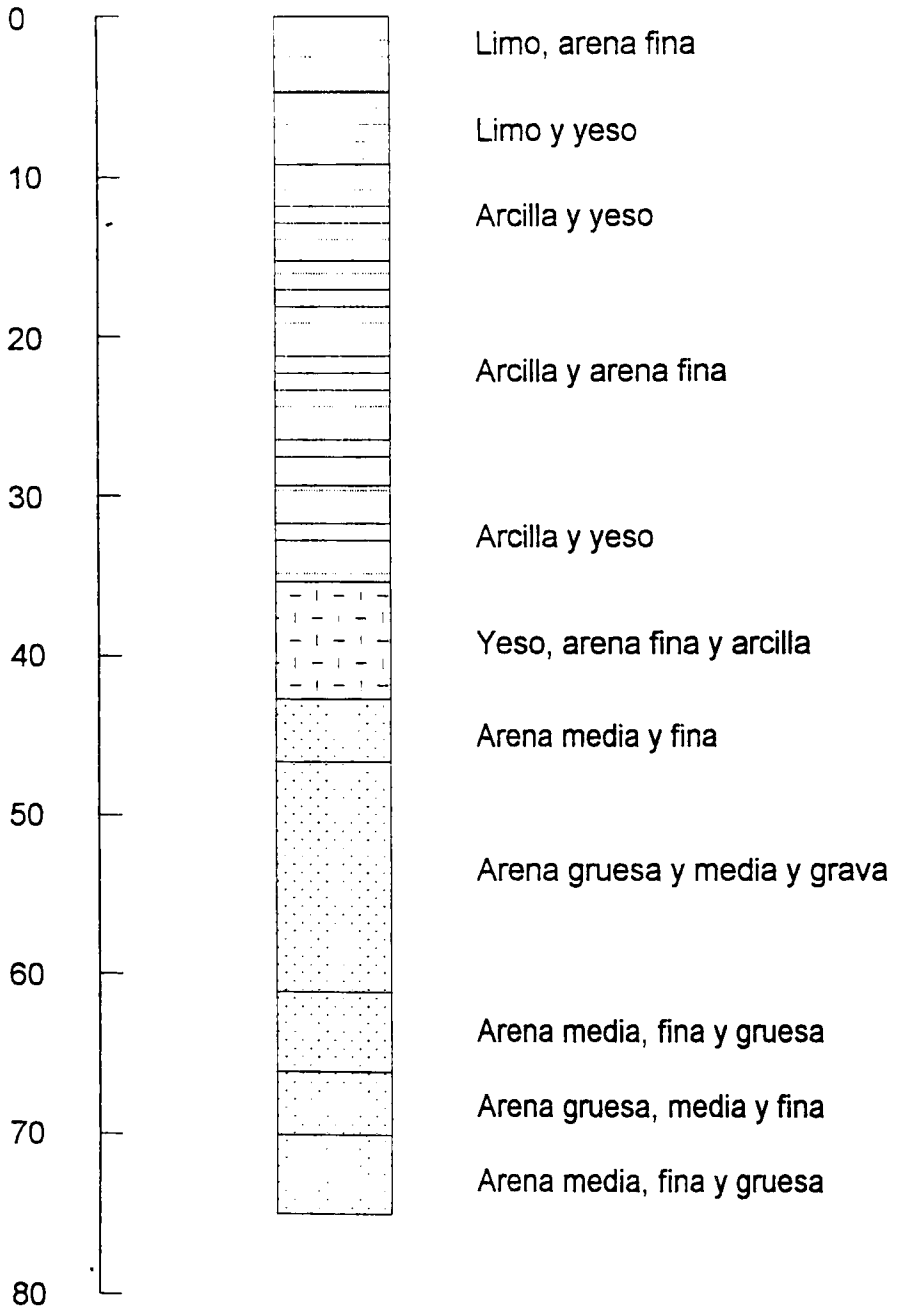


# Columna Estratigráfica

## Pozo Yuma 7

Coordenadas: N: 7.685.260,01
E: 444.111,05

Cota: 927,68 m.s.n.m.

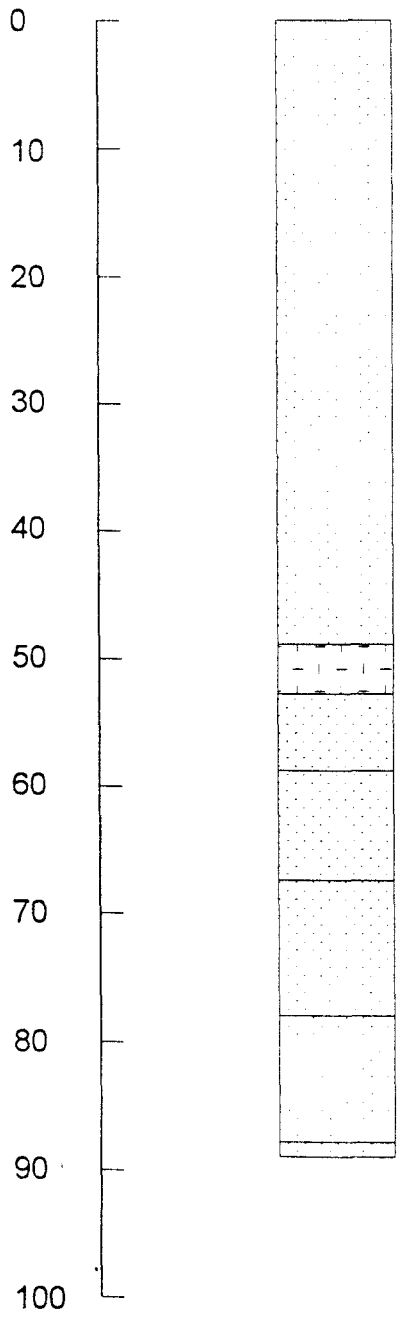


# Columna Estratigráfica

## Pozo Elena 8

Coordenadas: N: 7.685.531,95
E: 446.974,51

Cota: 937,89 m.s.n.m.




Arena fina con matriz limo rojizo, intercalaciones de yeso

Yeso, arena fina (10%), en piso 1 m de arenita yesífera (60%)

Arena media con clastos principalmente volcánicos y cuarzo

Arena gruesa 60%, líticos volcánicos y cuarzo-feld., gravas medias entre 65-66 m

Arena media con clastos volcánicos y de OZ-Plag.

Arena gruesa con clastos líticos y QZ-Feld.

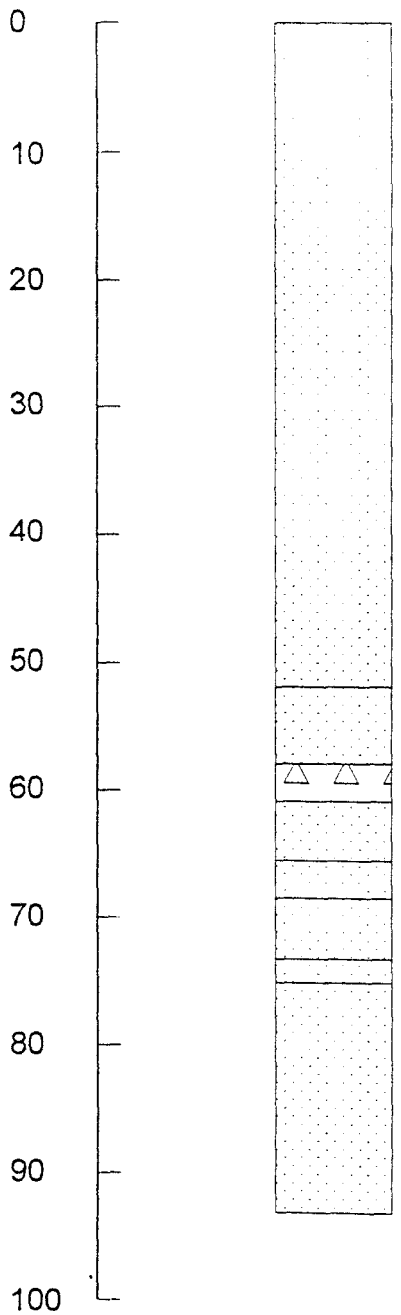
Arena media con matriz de arena fina

# Columna Estratigráfica

## Pozo Elena 13

Coordenadas: N: 7.687.732,48
E: 445.895,25

Cota: 936,95 m.s.n.m.




Arena fina con matriz de limo rojizo e intercalaciones de yeso

Arena media, principalmente clastos líticos y QZ-Feld

Grava lítica con clastos volcánicos

Arena media, clastos volcánicos, QZ-Feld

Arena fina con matriz de limo

Arena media con matriz de arena fina, clastos volcánicos

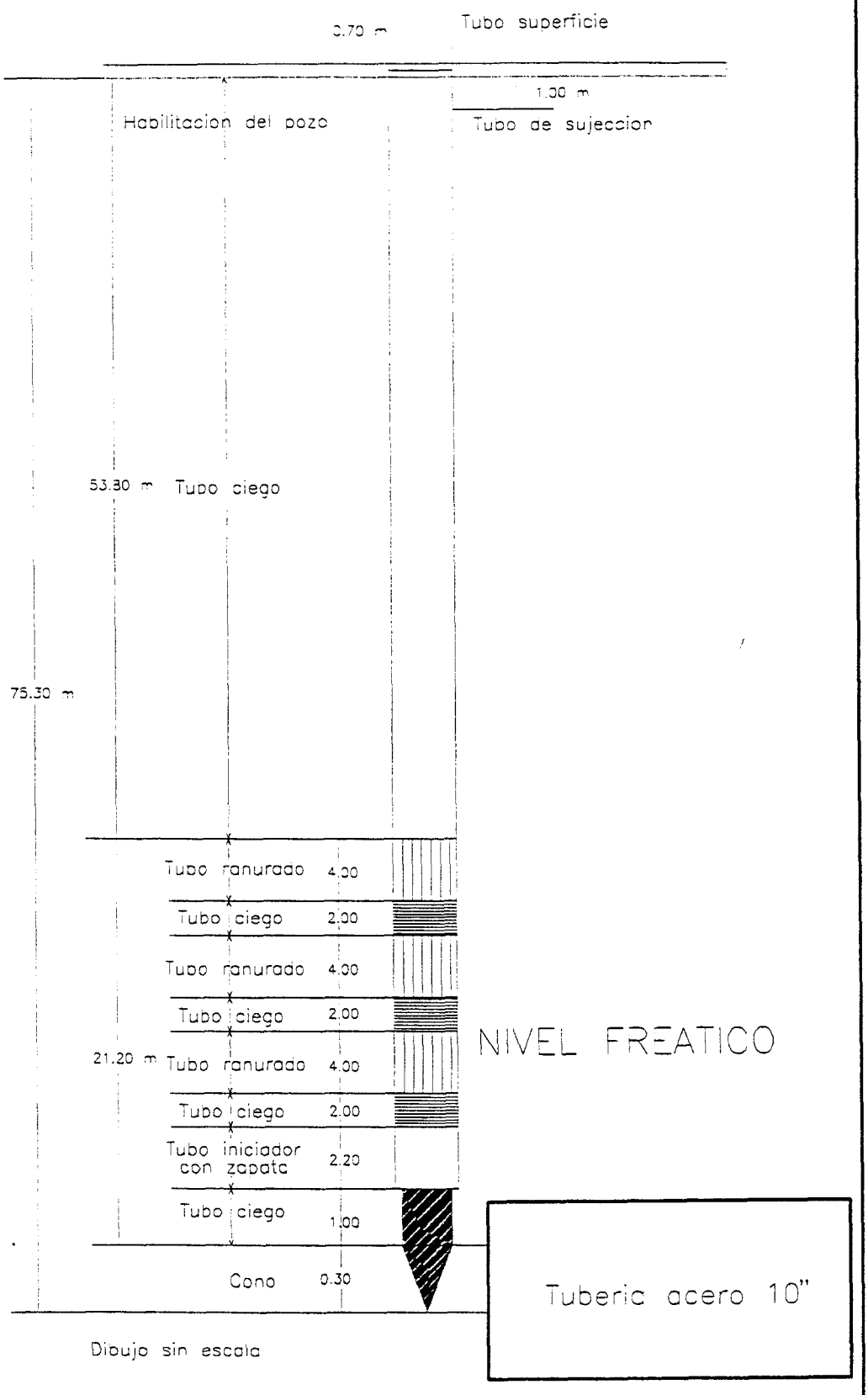
Arena fina con matriz de limo

Arena media, clastos volcánicos, QZ-Feld

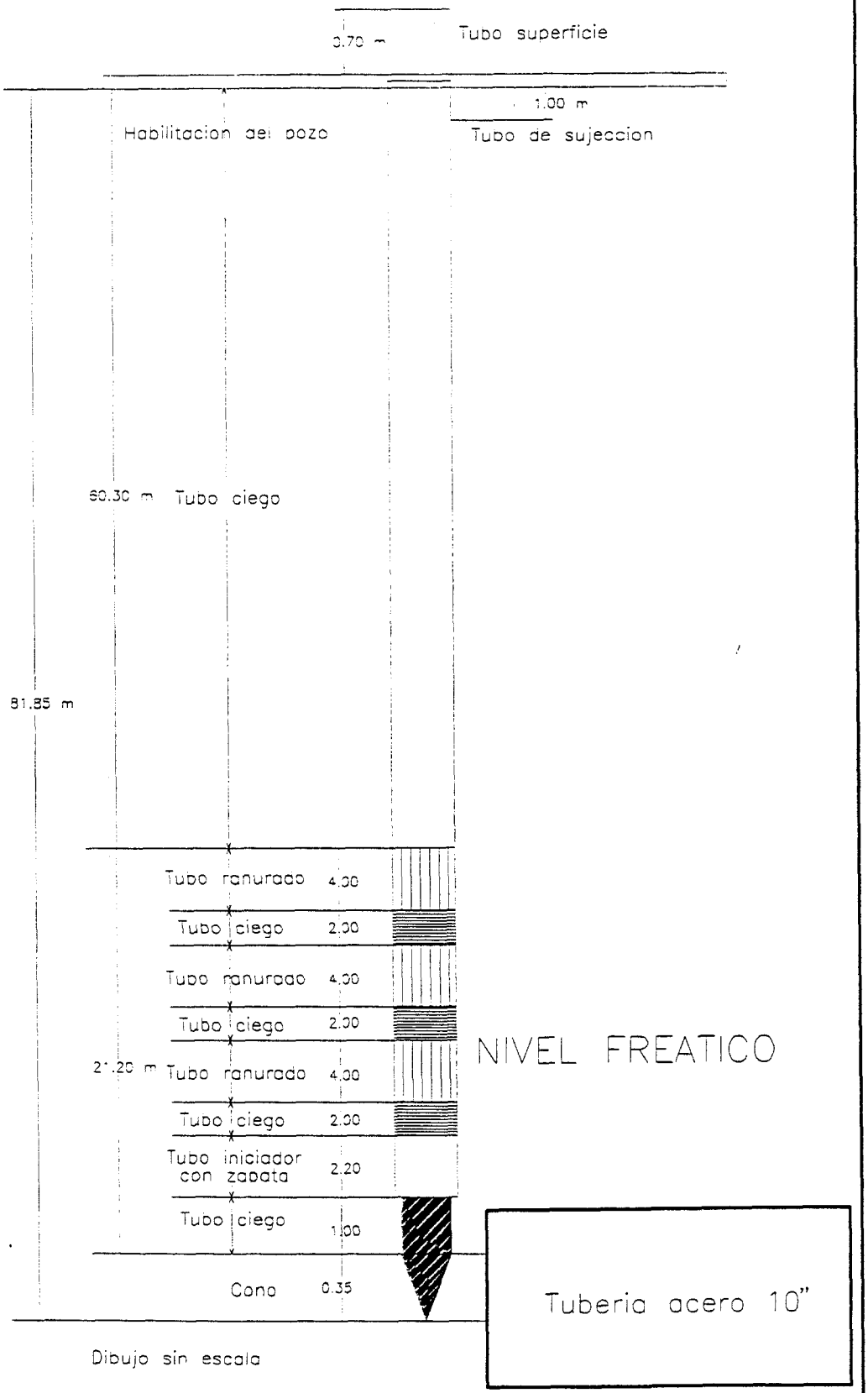
# ANEXO

## Perfiles de habilitación de pozos de explotación

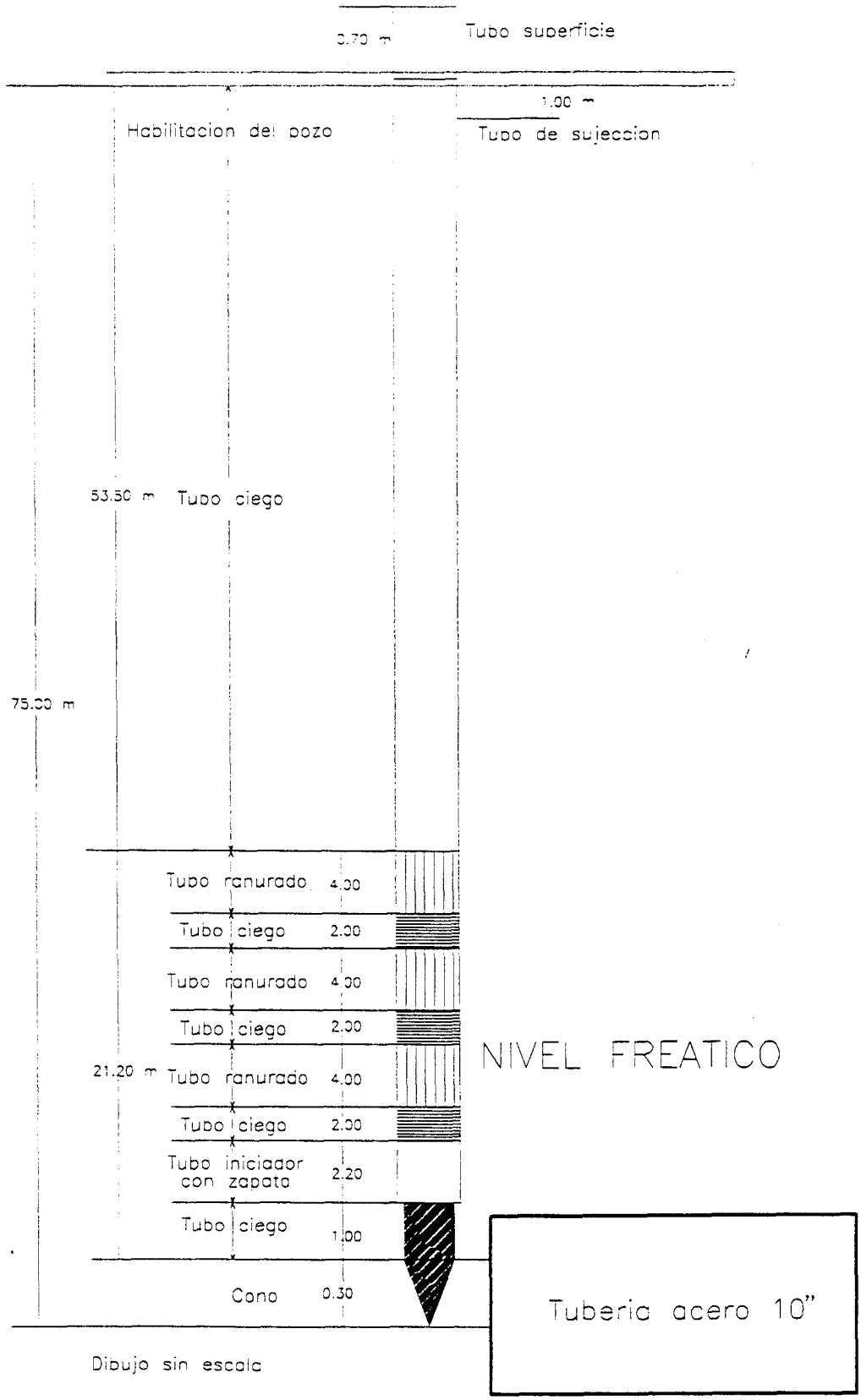
# Perfil de Habilitacion Pozo : Andrea
## Salar de Sur Viejo



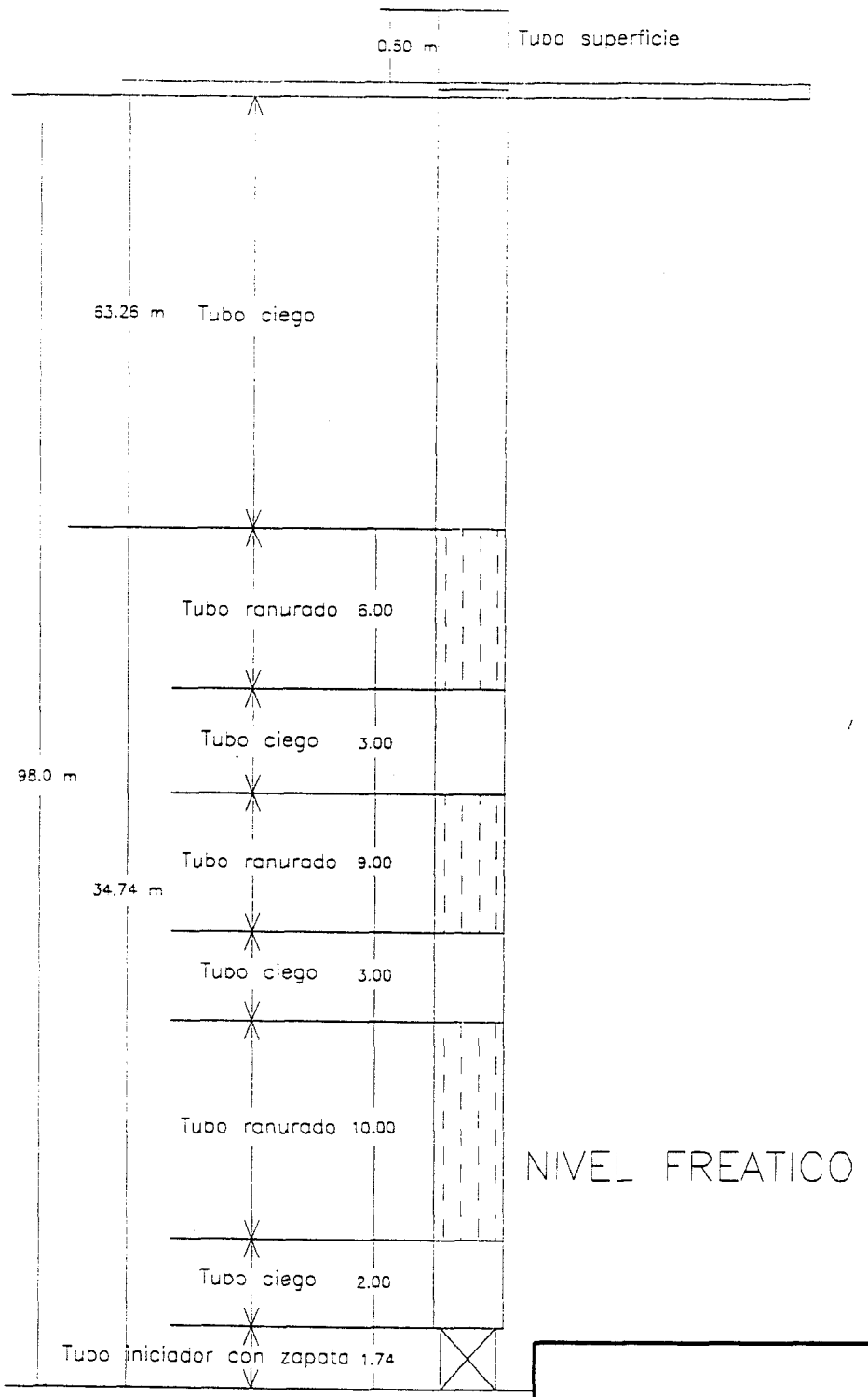
# Perfil de Habilitacion Pozo : Yuma 4
## Salar de Sur Viejo



# Perfil de Habilitacion Pozo : Yuma 7-
# Salar de Sur Viejo



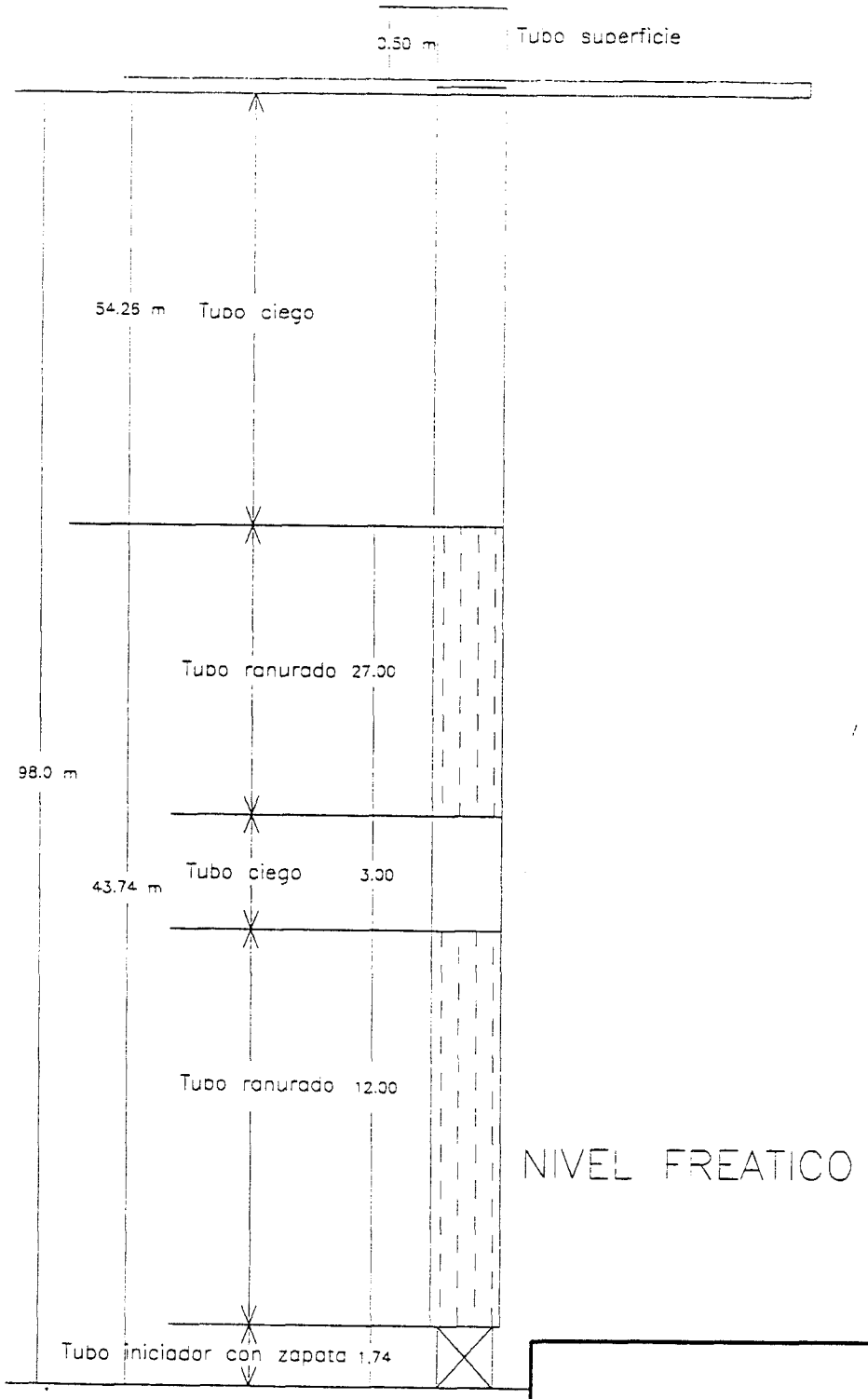
# Perfil de Habilitación Pozo : Elenc 8
## Salar de Sur Viejo




Tuberia acero 10"

Dibujo sin escala

# Perfil de Habilitación Pozo : Elenc 13
## Salar de Sur Viejo




Tuberia acero 10"

Dibujo sin escala

# ANEXO

## Registros de pruebas de bombeo

# Pruebas de gasto variable y de gasto constante

Pozo Andrea

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 5 l/s**

Inicio: 10/04/96; 11:30 hrs.
Fin : 10/04/96; 13:30 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 0 | 16,70 |
| 1 | 17,10 |
| 2 | 17,10 |
| 3 | 17,12 |
| 4 | 17,09 |
| 5 | 17,11 |
| 6 | 17,10 |
| 7 | 17,11 |
| 8 | 17,13 |
| 9 | 17,12 |
| 10 | 17,12 |
| 12 | 17,14 |
| 14 | 17,15 |
| 16 | 17,14 |
| 18 | 17,18 |
| 20 | 17,18 |
| 25 | 17,21 |
| 30 | 17,22 |
| 35 | 17,20 |
| 40 | 17,21 |
| 45 | 17,23 |
| 50 | 17,23 |
| 55 | 17,25 |
| 60 | 17,29 |
| 70 | 17,25 |
| 80 | 17,25 |
| 90 | 17,24 |
| 100 | 17,25 |
| 110 | 17,25 |
| 120 | 17,25 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| | |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 20 l/s**

Inicio: 10/04/96; 13:30 hrs.
Fin : 10/04/96; 15:50 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 0 | 17,25 |
| 1 | 17,57 |
| 2 | 18,19 |
| 3 | 18,23 |
| 4 | 18,27 |
| 5 | 18,38 |
| 6 | 18,42 |
| 7 | 18,43 |
| 8 | 18,43 |
| 9 | 18,45 |
| 10 | 18,48 |
| 12 | 18,50 |
| 14 | 18,56 |
| 16 | 18,56 |
| 18 | 18,58 |
| 20 | 18,58 |
| 25 | 18,69 |
| 30 | 18,70 |
| 35 | 18,76 |
| 40 | 18,76 |
| 45 | 18,78 |
| 50 | 18,81 |
| 55 | 18,86 |
| 60 | 18,90 |
| 70 | 18,98 |
| 80 | 19,00 |
| 90 | 19,05 |
| 100 | 19,05 |
| 110 | 19,11 |
| 120 | 19,10 |
| 130 | 19,11 |
| 140. | 19,10 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| | |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 40 l/s**

Inicio: 10/04/96; 15:50 hrs.
Fin : 10/04/96; 18:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 0 | 19,10 |
| 1 | 20,46 |
| 2 | 20,49 |
| 3 | 20,50 |
| 4 | 20,51 |
| 5 | 20,53 |
| 6 | 20,54 |
| 7 | 20,55 |
| 8 | 21,00 |
| 9 | 21,05 |
| 10 | 21,00 |
| 12 | 21,05 |
| 14 | 21,11 |
| 16 | 21,25 |
| 18 | 21,30 |
| 20 | 21,45 |
| 25 | 21,51 |
| 30 | 21,66 |
| 35 | 21,88 |
| 40 | 21,98 |
| 45 | 22,07 |
| 50 | 22,11 |
| 55 | 22,31 |
| 60 | 22,52 |
| 70 | 22,54 |
| 80 | 22,57 |
| 90 | 22,80 |
| 100 | 23,18 |
| 110 | 23,18 |
| 120 | 23,18 |
| 130 | 23,18 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| | |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 49 l/s**

Inicio: 10/04/96; 18:00 hrs.
Fin : 10/04/96; 21:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 0 | 23,18 |
| 1 | 23,25 |
| 2 | 23,28 |
| 3 | 23,32 |
| 4 | 23,37 |
| 5 | 23,42 |
| 6 | 23,49 |
| 7 | 23,63 |
| 8 | 23,68 |
| 9 | 23,76 |
| 10 | 23,83 |
| 12 | 24,00 |
| 14 | 24,01 |
| 16 | 24,07 |
| 18 | 24,15 |
| 20 | 24,20 |
| 25 | 24,45 |
| 30 | 24,89 |
| 35 | 24,90 |
| 40 | 25,07 |
| 45 | 25,20 |
| 50 | 25,30 |
| 55 | 25,47 |
| 60 | 25,59 |
| 70 | 25,89 |
| 80 | 26,22 |
| 90 | 26,39 |
| 100 | 26,61 |
| 110 | 26,80 |
| 120 | 26,90 |
| 130 | 27,21 |
| 140 | 27,49 |
| 150 | 27,54 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 160 | 27,77 |
| 170 | 28,00 |
| 180 | 28,52 |

# RECUPERACIÓN P. DE GASTO VARIABLE

Inicio: 10/04/96; 21:00 hrs.
Fin : 11/04/96; 09:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 0 | 28,52 |
| 1 | 21,18 |
| 2 | 20,53 |
| 3 | 20,30 |
| 4 | 20,16 |
| 5 | 20,05 |
| 6 | 19,92 |
| 7 | 19,82 |
| 9 | 19,71 |
| 9 | 19,67 |
| 10 | 19,62 |
| 12 | 19,43 |
| 14 | 19,51 |
| 16 | 19,38 |
| 18 | 19,29 |
| 20 | 19,13 |
| 25 | 18,92 |
| 30 | 18,86 |
| 35 | 18,82 |
| 40 | 18,75 |
| 45 | 18,63 |
| 50 | 18,57 |
| 55 | 18,54 |
| 60 | 18,48 |
| 70 | 18,36 |
| 80 | 18,28 |
| 90 | 18,29 |
| 100 | 18,16 |
| 110 | 18,12 |
| 120 | 18,06 |
| 150 | 18,00 |
| 180 | 17,95 |
| 210 | 17,78 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 240 | 17,70 |
| 270 | 17,63 |
| 300 | 17,57 |
| 360 | 17,50 |
| 420 | 17,44 |
| 480 | 17,35 |
| 540 | 17,26 |
| 600 | 17,19 |
| 660 | 17,12 |
| 720 | 17,07 |

**PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q = 49 l/s**

Inicio: 11/04/96; 09:00 hrs.
Fin : 14/04/96; 09:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 0 | 16,70 |
| 1 | 17,10 |
| 2 | 22,95 |
| 3 | 23,23 |
| 4 | 23,40 |
| 5 | 23,60 |
| 6 | 23,71 |
| 7 | 23,81 |
| 8 | 24,00 |
| 9 | 24,11 |
| 10 | 24,15 |
| 12 | 24,40 |
| 14 | 24,56 |
| 16 | 24,75 |
| 18 | 24,97 |
| 20 | 25,12 |
| 25 | 25,83 |
| 30 | 26,51 |
| 35 | 26,60 |
| 40 | 26,95 |
| 45 | 27,29 |
| 50 | 27,60 |
| 55 | 27,80 |
| 60 | 27,97 |
| 70 | 28,10 |
| 80 | 28,10 |
| 90 | 28,19 |
| 100 | 28,70 |
| 110 | 29,80 |
| 120 | 28,84 |
| 130 | 28,87 |
| 140 | 28,91 |
| 150 | 28,95 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 160 | 28,98 |
| 170 | 29,04 |
| 180 | 29,09 |
| 190 | 29,13 |
| 200 | 29,18 |
| 210 | 29,22 |
| 220 | 29,34 |
| 230 | 29,61 |
| 240 | 29,75 |
| 250 | 29,84 |
| 260 | 29,96 |
| 270 | 30,12 |
| 280 | 30,22 |
| 290 | 30,31 |
| 300 | 30,43 |
| 330 | 30,58 |
| 360 | 30,79 |
| 390 | 30,94 |
| 420 | 31,11 |
| 450 | 31,68 |
| 480 | 32,05 |
| 510 | 33,75 |
| 540 | 34,55 |
| 570 | 35,11 |
| 600 | 35,88 |
| 630 | 36,21 |
| 660 | 37,07 |
| 690 | 37,86 |
| 720 | 38,42 |
| 750 | 38,94 |
| 780 | 39,36 |
| 810 | 39,76 |
| 840 | 40,16 |

**PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q= 49 l/s**

Inicio: 11/04/96; 09:00 hrs.
Fin : 14/04/96; 09:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 870 | 40,39 |
| 900 | 40,87 |
| 930 | 41,51 |
| 960 | 42,48 |
| 990 | 42,97 |
| 1020 | 43,44 |
| 1050 | 43,87 |
| 1080 | 44,21 |
| 1110 | 44,66 |
| 1140 | 45,15 |
| 1170 | 45,71 |
| 1200 | 46,18 |
| 1230 | 46,79 |
| 1260 | 47,41 |
| 1290 | 47,48 |
| 1320 | 47,62 |
| 1350 | 47,71 |
| 1380 | 47,79 |
| 1410 | 47,82 |
| 1440 | 47,82 |
| 1470 | 47,82 |
| 1500 | 47,79 |
| 1530 | 47,79 |
| 1560 | 47,79 |
| 1590 | 47,79 |
| 1620 | 47,81 |
| 1650 | 47,81 |
| 1680 | 47,82 |
| 1710 | 47,82 |
| 1740 | 47,82 |
| 1800 | 47,78 |
| 1860 | 47,78 |
| 1920 | 47,78 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 1980 | 47,82 |
| 2040 | 47,78 |
| 2100 | 47,81 |
| 2160 | 47,82 |
| 2200 | 47,82 |
| 2280 | 47,82 |
| 2340 | 47,81 |
| 2400 | 47,81 |
| 2460 | 47,81 |
| 2520 | 47,81 |
| 2580 | 47,82 |
| 2640 | 47,82 |
| 2700 | 47,79 |
| 2760 | 47,79 |
| 2820 | 47,82 |
| 2880 | 47,82 |
| 2940 | 47,82 |
| 3000 | 47,82 |
| 3060 | 47,82 |
| 3120 | 47,82 |
| 3180 | 47,79 |
| 3240 | 47,80 |
| 3300 | 47,79 |
| 3360 | 47,82 |
| 3420 | 47,82 |
| 3480 | 47,79 |
| 3540 | 47,79 |
| 3600 | 47,79 |
| 3660 | 47,81 |
| 3720 | 47,81 |
| 3780 | 47,81 |
| 3840 | 47,81 |
| 3900 | 47,81 |

**PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q= 49 l/s**

Inicio: 11/04/96; 09:00 hrs.
Fin : 14/04/96; 09:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 3960 | 47,81 |
| 4020 | 47,81 |
| 4080 | 47,81 |
| 4140 | 47,81 |
| 4200 | 47,81 |
| 4260 | 47,81 |
| 4320 | 47,81 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| | |

# RECUPERACIÓN P. DE GASTO CONSTANTE

Inicio: 14/04/96; 09:00 hrs.
Fin : 14/04/96; 21:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Andrea |
|---|---|
| 0 | 47,81 |
| 1 | 34,96 |
| 2 | 23,42 |
| 3 | 24,00 |
| 4 | 22,95 |
| 5 | 22,82 |
| 6 | 22,75 |
| 7 | 22,69 |
| 8 | 22,62 |
| 9 | 22,56 |
| 10 | 22,46 |
| 15 | 22,38 |
| 20 | 22,31 |
| 25 | 22,28 |
| 30 | 22,05 |
| 35 | 21,94 |
| 40 | 21,85 |
| 45 | 21,78 |
| 50 | 21,71 |
| 55 | 21,65 |
| 60 | 21,57 |
| 70 | 21,53 |
| 80 | 21,44 |
| 90 | 21,32 |
| 120 | 21,25 |
| 150 | 21,18 |
| 180 | 21,13 |
| 210 | 21,07 |
| 240 | 21,00 |
| 270 | 20,89 |
| 300 | 20,74 |
| 330 | 20,51 |
| 360 | 20,38 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 390 | 20,21 |
| 420 | 20,08 |
| 450 | 20,01 |
| 480 | 19,42 |
| 540 | 18,76 |
| 600 | 17,99 |
| 660 | 17,22 |
| 720 | 17,14 |
| 780 | 17,08 |

# Pruebas de gasto variable y de gasto constante

# Pozo Yuma 4

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 6 l/s**

Inicio: 3/06/96; 11:00 hrs.
Fin : 3/06/96; 15:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 0 | 17,80 |
| 1 | 20,91 |
| 2 | 20,88 |
| 3 | 21,09 |
| 4 | 21,23 |
| 5 | 21,34 |
| 6 | 21,60 |
| 7 | 21,87 |
| 8 | 21,88 |
| 9 | 22,13 |
| 10 | 22,25 |
| 12 | 22,42 |
| 14 | 22,56 |
| 16 | 22,67 |
| 18 | 22,77 |
| 20 | 22,88 |
| 25 | 23,13 |
| 30 | 23,35 |
| 35 | 23,53 |
| 40 | 23,65 |
| 45 | 23,85 |
| 50 | 23,93 |
| 55 | 24,05 |
| 60 | 24,14 |
| 70 | 24,28 |
| 80 | 24,37 |
| 90 | 24,57 |
| 100 | 24,68 |
| 110 | 24,81 |
| 120 | 24,90 |
| 130 | 25,10 |
| 140. | 25,27 |
| 150 | 25,34 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 160 | 25,36 |
| 170 | 25,50 |
| 180 | 25,54 |
| 190 | 25,60 |
| 200 | 25,66 |
| 210 | 25,68 |
| 220 | 25,69 |
| 230 | 25,69 |
| 240 | 25,68 |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 9 l/s**

Inicio: 3/06/96; 15:00 hrs.
Fin : 3/06/96; 17:30 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 0 | 25,68 |
| 1 | 28,29 |
| 2 | 29,20 |
| 3 | 29,66 |
| 4 | 29,99 |
| 5 | 30,48 |
| 6 | 30,82 |
| 7 | 31,29 |
| 8 | 31,46 |
| 9 | 31,85 |
| 10 | 32,10 |
| 12 | 32,46 |
| 14 | 33,02 |
| 16 | 33,42 |
| 18 | 34,02 |
| 20 | 34,49 |
| 25 | 35,60 |
| 30 | 36,52 |
| 35 | 37,80 |
| 40 | 39,50 |
| 45 | 40,26 |
| 50 | 41,15 |
| 55 | 42,18 |
| 60 | 42,25 |
| 70 | 43,49 |
| 80 | 44,81 |
| 90 | 45,23 |
| 100 | 46,21 |
| 110 | 47,18 |
| 120 | 47,21 |
| 130 | 47,73 |
| 140 | 47,73 |
| 150 | 47,73 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| | |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 12 l/s**

Inicio: 3/06/96; 15:30 hrs.
Fin : 3/06/96; 20:30 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 0 | 47,73 |
| 1 | 50,80 |
| 2 | 52,92 |
| 3 | 53,93 |
| 4 | 54,80 |
| 5 | 55,09 |
| 6 | 55,52 |
| 7 | 55,58 |
| 8 | 55,66 |
| 9 | 55,70 |
| 10 | 55,75 |
| 12 | 55,96 |
| 14 | 56,03 |
| 16 | 56,34 |
| 18 | 56,43 |
| 20 | 56,86 |
| 25 | 57,17 |
| 30 | 57,19 |
| 35 | 57,44 |
| 40 | 57,53 |
| 45 | 57,53 |
| 50 | 57,74 |
| 55 | 57,80 |
| 60 | 57,85 |
| 70 | 57,87 |
| 80 | 58,14 |
| 90 | 57,96 |
| 100 | 58,22 |
| 110 | 58,22 |
| 120 | 58,24 |
| 130 | 58,26 |
| 140. | 58,28 |
| 150 | 58,28 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 160 | 58,28 |
| 170 | 58,28 |
| 180 | 58,28 |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 14 l/s**

Inicio: 3/06/96; 20:30 hrs.
Fin : 3/06/96; 21:05 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 0 | 58,28 |
| 1 | 58,90 |
| 2 | 59,52 |
| 3 | 60,12 |
| 4 | 60,87 |
| 5 | 61,36 |
| 6 | 62,39 |
| 7 | 63,27 |
| 8 | 64,04 |
| 9 | 64,18 |
| 10 | 64,16 |
| 12 | 64,31 |
| 14 | 66,51 |
| 16 | 67,21 |
| 18 | 67,73 |
| 20 | 69,49 |
| 25 | 70,77 |
| 30 | 74,07 |
| 35 | 75,47 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| | |

# RECUPERACIÓN P. DE GASTO VARIABLE

Inicio: 3/06/96; 21:05 hrs.
Fin : 3/06/96; 22:15 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 0 | 75,47 |
| 1 | 41,03 |
| 2 | 35,43 |
| 3 | 30,62 |
| 4 | 29,93 |
| 5 | 28,42 |
| 6 | 27,02 |
| 7 | 26,73 |
| 9 | 26,21 |
| 9 | 25,51 |
| 10 | 25,24 |
| 12 | 24,81 |
| 14 | 24,57 |
| 16 | 24,08 |
| 18 | 23,96 |
| 20 | 23,68 |
| 25 | 23,16 |
| 30 | 22,73 |
| 35 | 22,38 |
| 40 | 22,09 |
| 45 | 21,84 |
| 50 | 21,64 |
| 55 | 21,43 |
| 60 | 21,25 |
| 70 | 20,92 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| | |

**PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q = 11 l/s**

Inicio: 04/06/96; 12:00 hrs.
Fin : 07/06/96; 12:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 0 | 19,00 |
| 1 | 34,51 |
| 2 | 36,85 |
| 3 | 38,95 |
| 4 | 40,34 |
| 5 | 41,67 |
| 6 | 42,59 |
| 7 | 43,05 |
| 8 | 43,28 |
| 9 | 43,66 |
| 10 | 43,70 |
| 12 | 45,17 |
| 14 | 45,81 |
| 16 | 46,19 |
| 18 | 46,57 |
| 20 | 46,94 |
| 25 | 48,77 |
| 30 | 49,19 |
| 35 | 50,32 |
| 40 | 50,96 |
| 45 | 51,30 |
| 50 | 51,76 |
| 55 | 52,00 |
| 60 | 52,23 |
| 70 | 53,64 |
| 80 | 53,80 |
| 90 | 54,06 |
| 110 | 54,28 |
| 120 | 54,59 |
| 130 | 55,67 |
| 130 | 55,78 |
| 140. | 55,96 |
| 150 | 56,02 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 160 | 56,42 |
| 170 | 56,56 |
| 180 | 56,63 |
| 210 | 57,36 |
| 240 | 57,70 |
| 270 | 58,37 |
| 300 | 57,99 |
| 330 | 57,97 |
| 360 | 58,01 |
| 390 | 57,98 |
| 420 | 57,97 |
| 450 | 57,96 |
| 480 | 58,01 |
| 510 | 57,96 |
| 540 | 58,32 |
| 570 | 58,60 |
| 600 | 58,25 |
| 660 | 58,05 |
| 720 | 57,40 |
| 780 | 57,04 |
| 840 | 57,03 |
| 900 | 57,47 |
| 960 | 57,96 |
| 1020 | 57,74 |
| 1080 | 57,70 |
| 1140 | 57,71 |
| 1200 | 57,97 |
| 1260 | 58,08 |
| 1320 | 58,24 |
| 1380 | 58,19 |
| 1440 | 58,13 |
| 1500 | 58,03 |
| 1560 | 57,90 |

PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q= 11 l/s

Inicio: 04/06/96; 12:00 hrs.
Fin : 07/06/96; 12:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 1620 | 58,09 |
| 1680 | 58,00 |
| 1740 | 58,03 |
| 1800 | 57,96 |
| 1860 | 58,05 |
| 1920 | 57,82 |
| 1990 | 58,02 |
| 2040 | 58,05 |
| 2100 | 58,03 |
| 2160 | 58,16 |
| 2220 | 58,15 |
| 2280 | 58,12 |
| 2340 | 58,29 |
| 2400 | 58,37 |
| 2460 | 58,40 |
| 2520 | 558,49 |
| 2580 | 58,58 |
| 2640 | 58,53 |
| 2700 | 58,61 |
| 2760 | 58,77 |
| 2820 | 58,78 |
| 2880 | 58,78 |
| 2940 | 58,83 |
| 3000 | 58,83 |
| 3060 | 58,83 |
| 3120 | 58,80 |
| 3180 | 58,77 |
| 3240 | 58,95 |
| 3300 | 58,61 |
| 3360 | 58,70 |
| 3420 | 58,74 |
| 3480 | 58,70 |
| 3540 | 58,74 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 3600 | 58,73 |
| 3660 | 58,79 |
| 3720 | 58,88 |
| 3780 | 58,89 |
| 3840 | 58,92 |
| 3900 | 58,93 |
| 3960 | 58,92 |
| 4020 | 58,92 |
| 4080 | 58,92 |
| 4140 | 58,92 |
| 4200 | 58,92 |
| 4260 | 58,93 |
| 4320 | 58,93 |

# RECUPERACIÓN P. DE GASTO CONSTANTE

Inicio: 07/06/96; 12:00 hrs.
Fin : 07/06/96; 24:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 0 | 58,93 |
| 1 | 42,13 |
| 2 | 37,01 |
| 3 | 31,28 |
| 4 | 30,20 |
| 5 | 28,75 |
| 6 | 26,65 |
| 7 | 25,74 |
| 8 | 25,37 |
| 9 | 25,34 |
| 10 | 25,30 |
| 12 | 25,28 |
| 14 | 25,02 |
| 16 | 24,83 |
| 18 | 24,69 |
| 20 | 23,94 |
| 25 | 23,56 |
| 30 | 23,35 |
| 35 | 22,99 |
| 40 | 22,67 |
| 45 | 22,32 |
| 50 | 21,97 |
| 55 | 21,87 |
| 60 | 21,74 |
| 70 | 21,60 |
| 80 | 21,37 |
| 90 | 21,31 |
| 100 | 21,13 |
| 110 | 21,04 |
| 120 | 20,88 |
| 130 | 20,78 |
| 140. | 20,71 |
| 150 | 20,65 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 4 |
|---|---|
| 160 | 20,56 |
| 170 | 20,49 |
| 180 | 20,40 |
| 210 | 20,27 |
| 240 | 20,12 |
| 270 | 20,01 |
| 300 | 19,89 |
| 360 | 19,75 |
| 420 | 19,63 |
| 480 | 19,57 |
| 540 | 19,51 |
| 600 | 19,45 |
| 660 | 19,40 |
| 720 | 19,36 |

# Pruebas de gasto variable y de gasto constante

# Pozo Yuma 7

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 10 l/s**

Inicio: 5/05/96; 13:30 hrs.
Fin : 5/05/96; 16:30 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 0 | 22,18 |
| 1 | 22,31 |
| 2 | 23,83 |
| 3 | 23,95 |
| 4 | 24,00 |
| 5 | 24,07 |
| 6 | 24,11 |
| 7 | 24,12 |
| 8 | 24,17 |
| 9 | 24,21 |
| 10 | 24,22 |
| 12 | 24,26 |
| 14 | 24,28 |
| 16 | 24,32 |
| 18 | 24,37 |
| 20 | 24,41 |
| 25 | 24,46 |
| 30 | 24,49 |
| 35 | 24,52 |
| 40 | 24,57 |
| 45 | 24,58 |
| 50 | 24,60 |
| 55 | 24,64 |
| 60 | 24,67 |
| 70 | 24,69 |
| 80 | 24,72 |
| 90 | 24,75 |
| 100 | 24,77 |
| 110 | 24,80 |
| 120 | 24,80 |
| 130 | 24,80 |
| 140 | 24,80 |
| 150 | 24,80 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 160 | 24,80 |
| 170 | 24,80 |
| 180 | 24,80 |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 20 l/s**

Inicio: 5/05/96; 16:30 hrs.
Fin : 5/05/96; 23:30 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 0 | 24,80 |
| 1 | 25,76 |
| 2 | 26,85 |
| 3 | 26,90 |
| 4 | 27,05 |
| 5 | 27,17 |
| 6 | 27,22 |
| 7 | 27,31 |
| 8 | 27,38 |
| 9 | 27,36 |
| 10 | 27,38 |
| 12 | 27,39 |
| 14 | 27,42 |
| 16 | 27,51 |
| 18 | 27,53 |
| 20 | 27,54 |
| 25 | 27,56 |
| 30 | 27,58 |
| 35 | 27,64 |
| 40 | 27,69 |
| 45 | 27,72 |
| 50 | 27,74 |
| 55 | 27,77 |
| 60 | 27,81 |
| 70 | 27,85 |
| 80 | 27,89 |
| 90 | 27,94 |
| 100 | 28,00 |
| 110 | 28,07 |
| 120 | 28,13 |
| 130 | 28,16 |
| 140. | 28,18 |
| 150 | 28,32 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 160 | 28,34 |
| 170 | 28,34 |
| 180 | 28,35 |
| 190 | 28,35 |
| 200 | 28,32 |
| 210 | 28,35 |
| 220 | 28,38 |
| 230 | 28,38 |
| 240 | 28,39 |
| 250 | 28,39 |
| 260 | 28,39 |
| 270 | 28,42 |
| 280 | 28,48 |
| 290 | 28,45 |
| 300 | 28,52 |
| 310 | 28,55 |
| 320 | 28,56 |
| 330 | 28,58 |
| 340 | 28,56 |
| 350 | 28,56 |
| 360 | 28,58 |
| 370 | 28,58 |
| 380 | 28,58 |
| 390 | 28,58 |
| 400 | 28,58 |
| 410 | 28,58 |
| 420 | 28,58 |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 25 l/s**

Inicio: 5/05/96; 23:30 hrs.
Fin : 6/05/96; 05:30 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 0 | 28,58 |
| 1 | 30,12 |
| 2 | 30,28 |
| 3 | 30,45 |
| 4 | 30,51 |
| 5 | 30,68 |
| 6 | 30,86 |
| 7 | 30,85 |
| 8 | 30,91 |
| 9 | 30,91 |
| 10 | 30,91 |
| 12 | 30,92 |
| 14 | 30,92 |
| 16 | 30,97 |
| 18 | 31,03 |
| 20 | 31,03 |
| 25 | 31,09 |
| 30 | 31,37 |
| 35 | 31,55 |
| 40 | 31,66 |
| 45 | 31,69 |
| 50 | 31,72 |
| 55 | 31,82 |
| 60 | 31,89 |
| 70 | 31,89 |
| 80 | 31,95 |
| 90 | 32,24 |
| 100 | 32,31 |
| 110 | 32,50 |
| 120 | 32,80 |
| 130 | 32,86 |
| 140. | 32,88 |
| 150 | 32,91 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 160 | 32,77 |
| 170 | 32,77 |
| 180 | 32,77 |
| 190 | 32,69 |
| 200 | 32,77 |
| 210 | 32,77 |
| 220 | 32,68 |
| 230 | 32,68 |
| 240 | 32,77 |
| 250 | 32,77 |
| 260 | 32,70 |
| 270 | 32,77 |
| 280 | 32,77 |
| 290 | 32,68 |
| 300 | 32,68 |
| 310 | 32,68 |
| 320 | 32,68 |
| 330 | 32,68 |
| 340 | 32,68 |
| 350 | 32,68 |
| 360 | 32,68 |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 27 l/s**

Inicio: 6/05/96; 05:30 hrs.
Fin : 6/05/96; 10:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 0 | 32,68 |
| 1 | 33,01 |
| 2 | 33,47 |
| 3 | 33,70 |
| 4 | 33,84 |
| 5 | 33,77 |
| 6 | 33,58 |
| 7 | 33,84 |
| 8 | 33,86 |
| 9 | 33,88 |
| 10 | 33,88 |
| 12 | 33,96 |
| 14 | 33,91 |
| 16 | 34,04 |
| 18 | 34,04 |
| 20 | 34,06 |
| 25 | 33,94 |
| 30 | 34,20 |
| 35 | 34,12 |
| 40 | 34,12 |
| 45 | 34,39 |
| 50 | 34,32 |
| 55 | 34,32 |
| 60 | 34,29 |
| 70 | 33,93 |
| 80 | 34,13 |
| 90 | 34,16 |
| 100 | 34,13 |
| 110 | 34,13 |
| 120 | 34,14 |
| 130 | 34,25 |
| 140 | 34,42 |
| 150 | 34,42 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 160 | 34,43 |
| 170 | 34,43 |
| 180 | 34,42 |
| 190 | 34,42 |
| 200 | 34,42 |
| 210 | 34,42 |
| 220 | 34,42 |
| 230 | 34,42 |
| 240 | 34,27 |
| 250 | 34,22 |
| 260 | 34,22 |
| 270 | 34,22 |
| 280 | 34,22 |

# RECUPERACIÓN P. DE GASTO VARIABLE

Inicio: 6/05/96; 10:00 hrs.
Fin : 6/05/96; 20:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 0 | 32,68 |
| 1 | 25,89 |
| 2 | 25,54 |
| 3 | 25,23 |
| 4 | 25,68 |
| 5 | 24,94 |
| 6 | 24,82 |
| 7 | 24,74 |
| 9 | 24,64 |
| 9 | 24,57 |
| 10 | 24,52 |
| 12 | 24,42 |
| 14 | 24,28 |
| 16 | 24,49 |
| 18 | 24,15 |
| 20 | 24,12 |
| 25 | 24,01 |
| 30 | 23,86 |
| 35 | 23,81 |
| 40 | 23,74 |
| 45 | 23,67 |
| 50 | 23,64 |
| 55 | 23,62 |
| 60 | 23,55 |
| 70 | 23,44 |
| 80 | 23,35 |
| 90 | 23,33 |
| 100 | 23,36 |
| 110 | 23,20 |
| 120 | 23,14 |
| 150 | 23,07 |
| 180. | 23,00 |
| 210 | 22,95 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 240 | 22,89 |
| 270 | 22,85 |
| 300 | 22,78 |
| 420 | 22,68 |
| 180 | 22,64 |
| 540 | 22,62 |
| 600 | 22,60 |
| 660 | 22,59 |
| 720 | 22,57 |

PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q = 26 l/s

Inicio: 6/05/96; 20:00 hrs.
Fin : 9/05/96; 20:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 0 | 22,40 |
| 1 | 26,13 |
| 2 | 26,44 |
| 3 | 26,76 |
| 4 | 27,00 |
| 5 | 27,17 |
| 6 | 27,32 |
| 7 | 27,48 |
| 8 | 27,62 |
| 9 | 27,72 |
| 10 | 27,78 |
| 12 | 27,94 |
| 14 | 28,02 |
| 16 | 28,19 |
| 18 | 28,29 |
| 20 | 28,39 |
| 25 | 28,55 |
| 30 | 28,68 |
| 35 | 28,86 |
| 40 | 29,07 |
| 45 | 29,18 |
| 50 | 29,25 |
| 55 | 29,34 |
| 60 | 29,42 |
| 70 | 29,53 |
| 80 | 29,71 |
| 90 | 29,73 |
| 100 | 29,81 |
| 110 | 29,87 |
| 120 | 29,99 |
| 150 | 30,22 |
| 180 | 30,56 |
| 210 | 31,75 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 240 | 32,16 |
| 270 | 32,32 |
| 300 | 32,32 |
| 360 | 33,00 |
| 390 | 32,25 |
| 420 | 33,28 |
| 450 | 33,57 |
| 510 | 33,60 |
| 540 | 33,60 |
| 570 | 33,93 |
| 600 | 34,03 |
| 630 | 34,13 |
| 690 | 34,23 |
| 750 | 34,23 |
| 810 | 34,26 |
| 870 | 34,32 |
| 930 | 34,39 |
| 990 | 34,48 |
| 1050 | 34,51 |
| 1110 | 34,57 |
| 1170 | 34,58 |
| 1230 | 34,81 |
| 1290 | 34,70 |
| 1350 | 34,84 |
| 1410 | 34,73 |
| 1470 | 34,64 |
| 1530 | 34,73 |
| 1590 | 34,89 |
| 1650 | 34,89 |
| 1710 | 34,93 |
| 1770 | 35,06 |
| 1830 | 35,13 |
| 1890 | 35,19 |

# RECUPERACIÓN P. DE GASTO CONSTANTE

Inicio: 9/05/96; 20:00 hrs.
Fin : 10/05/96; 03:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| 0 | 36,68 |
| 1 | 26,45 |
| 2 | 26,15 |
| 3 | 25,87 |
| 4 | 25,73 |
| 5 | 25,59 |
| 6 | 25,44 |
| 7 | 25,35 |
| 8 | 25,20 |
| 9 | 25,14 |
| 10 | 25,06 |
| 15 | 24,95 |
| 20 | 24,75 |
| 25 | 24,62 |
| 30 | 24,51 |
| 35 | 24,43 |
| 40 | 24,35 |
| 45 | 24,28 |
| 50 | 24,22 |
| 55 | 24,17 |
| 60 | 24,12 |
| 70 | 24,03 |
| 80 | 23,92 |
| 90 | 23,90 |
| 100 | 23,87 |
| 110 | 23,84 |
| 120 | 23,78 |
| 150 | 23,67 |
| 180 | 23,58 |
| 210 | 23,49 |
| 240 | 23,46 |
| 300. | 23,37 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Yuma 7 |
|---|---|
| | |

# Pruebas de gasto variable y de gasto constante

# Pozo Elena 8

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 20 l/s**

Inicio: 5/11/97; 09:45 hrs.
Fin : 5/11/97; 14:50 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 0 | 34,95 |
| 1 | 38,56 |
| 2 | 38,43 |
| 3 | 38,85 |
| 4 | 38,95 |
| 5 | 39,10 |
| 6 | 39,21 |
| 7 | 39,32 |
| 8 | 39,40 |
| 9 | 39,50 |
| 10 | 39,59 |
| 12 | 39,68 |
| 14 | 39,87 |
| 16 | 40,00 |
| 18 | 40,16 |
| 20 | 40,30 |
| 25 | 40,57 |
| 30 | 40,79 |
| 35 | 40,96 |
| 40 | 41,09 |
| 45 | 41,20 |
| 50 | 41,31 |
| 55 | 41,44 |
| 60 | 41,51 |
| 70 | 41,65 |
| 80 | 41,82 |
| 90 | 41,95 |
| 100 | 42,01 |
| 110 | 42,16 |
| 120 | 42,28 |
| 130 | 42,34 |
| 140 | 42,42 |
| 150 | 42,47 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 160 | 42,54 |
| 170 | 42,62 |
| 180 | 42,69 |
| 190 | 42,75 |
| 200 | 42,80 |
| 210 | 42,84 |
| 220 | 42,84 |
| 230 | 42,88 |
| 240 | 42,93 |
| 250 | 42,97 |
| 260 | 43,00 |
| 270 | 43,05 |
| 280 | 43,07 |
| 290 | 43,09 |
| 300 | 43,10 |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 30 l/s**

Inicio: 5/11/97; 14:50 hrs.
Fin : 5/11/97; 20:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 0 | 43,10 |
| 1 | 45,05 |
| 2 | 45,33 |
| 3 | 45,45 |
| 4 | 45,55 |
| 5 | 45,64 |
| 6 | 45,74 |
| 7 | 45,78 |
| 8 | 45,84 |
| 9 | 46,00 |
| 10 | 46,06 |
| 12 | 46,08 |
| 14 | 46,16 |
| 16 | 46,24 |
| 18 | 46,31 |
| 20 | 46,35 |
| 25 | 46,52 |
| 30 | 46,64 |
| 35 | 46,73 |
| 40 | 46,81 |
| 45 | 46,91 |
| 50 | 47,00 |
| 55 | 47,07 |
| 60 | 47,14 |
| 70 | 47,35 |
| 80 | 47,46 |
| 90 | 47,60 |
| 100 | 47,72 |
| 110 | 47,82 |
| 120 | 47,88 |
| 130 | 47,90 |
| 140 | 47,97 |
| 150 | 48,06 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 160 | 48,16 |
| 170 | 48,21 |
| 180 | 48,34 |
| 190 | 48,41 |
| 200 | 48,51 |
| 210 | 48,58 |
| 220 | 48,63 |
| 230 | 48,74 |
| 240 | 48,76 |
| 250 | 48,78 |
| 260 | 48,80 |
| 270 | 48,84 |
| 280 | 48,88 |
| 290 | 48,92 |
| 300 | 48,94 |
| 310 | 48,92 |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 40 l/s**

Inicio: 5/11/97; 20:00 hrs.
Fin : 6/11/97; 00:10 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 0 | 48,92 |
| 1 | 51,40 |
| 2 | 52,36 |
| 3 | 52,27 |
| 4 | 52,50 |
| 5 | 52,75 |
| 6 | 53,02 |
| 7 | 53,21 |
| 8 | 53,30 |
| 9 | 53,36 |
| 10 | 53,44 |
| 12 | 53,55 |
| 14 | 53,69 |
| 16 | 53,83 |
| 18 | 54,03 |
| 20 | 54,87 |
| 25 | 55,30 |
| 30 | 55,26 |
| 35 | 55,90 |
| 40 | 55,93 |
| 45 | 56,10 |
| 50 | 56,22 |
| 55 | 56,14 |
| 60 | 56,57 |
| 70 | 57,24 |
| 80 | 57,45 |
| 90 | 57,69 |
| 100 | 57,88 |
| 110 | 58,28 |
| 120 | 58,27 |
| 130 | 58,42 |
| 140 | 58,50 |
| 150 | 58,50 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 160 | 58,61 |
| 170 | 58,65 |
| 180 | 58,65 |
| 190 | 59,15 |
| 200 | 59,34 |
| 210 | 59,71 |
| 220 | 59,98 |
| 230 | 60,01 |
| 240 | 60,01 |
| 250 | 60,02 |

PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 50 l/s

Inicio: 6/11/97; 00:10 hrs.
Fin : 6/11/97; 01:05 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 0 | 60,02 |
| 1 | 63,55 |
| 2 | 63,95 |
| 3 | 64,50 |
| 4 | 65,80 |
| 5 | 65,34 |
| 6 | 65,59 |
| 7 | 67,10 |
| 8 | 67,15 |
| 9 | 67,24 |
| 10 | 67,60 |
| 12 | 68,07 |
| 14 | 68,03 |
| 16 | 68,40 |
| 18 | 69,33 |
| 20 | 69,73 |
| 25 | 69,79 |
| 30 | 69,95 |
| 35 | 70,63 |
| 40 | 65,70 |
| 45 | 64,07 |
| 50 | 64,92 |
| 55 | 64,05 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| | |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE : Q = 45 l/s**

Inicio: 6/11/97; 01:05 hrs.
Fin : 6/11/97; 05:10 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 0 | 64,05 |
| 5 | 64,65 |
| 15 | 62,22 |
| 25 | 62,36 |
| 35 | 61,74 |
| 45 | 61,79 |
| 55 | 61,82 |
| 65 | 61,83 |
| 75 | 61,85 |
| 85 | 62,04 |
| 95 | 61,82 |
| 105 | 61,77 |
| 115 | 61,87 |
| 125 | 62,00 |
| 135 | 62,36 |
| 145 | 62,48 |
| 155 | 63,04 |
| 165 | 63,13 |
| 175 | 62,95 |
| 185 | 63,03 |
| 195 | 62,61 |
| 205 | 62,77 |
| 215 | 63,13 |
| 225 | 63,08 |
| 235 | 63,23 |
| 245 | 63,23 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| | |

# RECUPERACIÓN P. DE GASTO VARIABLE

Inicio: 6/11/97; 05:10 hrs.
Fin : 6/11/97; 17:10 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 0 | 63,23 |
| 1 | 47,27 |
| 2 | 47,00 |
| 3 | 46,60 |
| 4 | 45,81 |
| 5 | 45,98 |
| 6 | 45,12 |
| 7 | 44,60 |
| 8 | 44,29 |
| 9 | 44,02 |
| 10 | 43,76 |
| 12 | 43,47 |
| 14 | 43,07 |
| 16 | 42,71 |
| 18 | 42,44 |
| 20 | 42,14 |
| 25 | 41,57 |
| 30 | 41,12 |
| 35 | 40,76 |
| 40 | 40,44 |
| 45 | 40,19 |
| 50 | 39,97 |
| 55 | 39,76 |
| 60 | 39,59 |
| 70 | 39,21 |
| 80 | 39,00 |
| 90 | 38,79 |
| 100 | 38,60 |
| 110 | 38,43 |
| 120 | 38,25 |
| 150 | 37,87 |
| 180 | 37,58 |
| 210 | 37,34 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 240 | 37,16 |
| 270 | 37,00 |
| 300 | 36,86 |
| 360 | 36,61 |
| 420 | 36,45 |
| 480 | 36,29 |
| 540 | 36,15 |
| 600 | 36,04 |
| 660 | 35,95 |
| 720 | 35,86 |
| 770 | |

**PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q = 40 l/s**

Inicio: 6/11/97; 18:00 hrs.
Fin : 10/11/97; 18:00 hrs

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 0 | 35,86 |
| 1 | 43,90 |
| 2 | 44,69 |
| 3 | 44,93 |
| 4 | 45,55 |
| 5 | 45,98 |
| 6 | 46,42 |
| 7 | 46,80 |
| 8 | 47,09 |
| 9 | 47,63 |
| 10 | 47,57 |
| 12 | 48,00 |
| 14 | 48,35 |
| 16 | 48,67 |
| 18 | 48,94 |
| 20 | 49,55 |
| 25 | 49,98 |
| 30 | 50,50 |
| 35 | 50,86 |
| 40 | 51,13 |
| 45 | 51,34 |
| 50 | 51,35 |
| 55 | 51,49 |
| 60 | 52,27 |
| 70 | 52,57 |
| 80 | 52,83 |
| 90 | 53,13 |
| 110 | 53,28 |
| 120 | 53,55 |
| 130 | 53,69 |
| 130 | 53,77 |
| 140 | 53,83 |
| 150 | 53,87 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 160 | 54,26 |
| 170 | 54,56 |
| 180 | 54,73 |
| 190 | 54,98 |
| 200 | 54,85 |
| 210 | 55,16 |
| 220 | 55,45 |
| 230 | 55,52 |
| 240 | 55,58 |
| 250 | 55,62 |
| 260 | 55,70 |
| 270 | 55,82 |
| 280 | 56,16 |
| 290 | 56,38 |
| 300 | 56,53 |
| 310 | 56,53 |
| 320 | 56,56 |
| 330 | 56,68 |
| 340 | 56,50 |
| 350 | 56,26 |
| 360 | 56,05 |
| 370 | 56,20 |
| 380 | 56,52 |
| 390 | 56,52 |
| 400 | 56,50 |
| 410 | 56,51 |
| 420 | 56,70 |
| 430 | 56,67 |
| 440 | 56,69 |
| 450 | 56,73 |
| 460 | 56,95 |
| 470 | 57,00 |
| 480 | 57,01 |

PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q= 40 l/s

Inicio: 6/11/97; 18:00 hrs.
Fin : 10/11/97; 18:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 490 | 57,20 |
| 500 | 57,23 |
| 510 | 57,28 |
| 520 | 57,28 |
| 530 | 57,32 |
| 540 | 57,35 |
| 550 | 57,28 |
| 560 | 57,29 |
| 570 | 57,25 |
| 580 | 57,28 |
| 590 | 57,30 |
| 600 | 57,35 |
| 610 | 57,37 |
| 620 | 57,40 |
| 630 | 57,45 |
| 640 | 57,57 |
| 650 | 57,68 |
| 660 | 57,72 |
| 670 | 57,69 |
| 680 | 57,70 |
| 690 | 57,70 |
| 700 | 57,87 |
| 710 | 57,97 |
| 720 | 58,00 |
| 730 | 57,88 |
| 740 | 57,82 |
| 750 | 57,48 |
| 760 | 57,60 |
| 770 | 57,40 |
| 780 | 57,20 |
| 790 | 57,25 |
| 800 | 57,30 |
| 810 | 57,27 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 820 | 57,24 |
| 830 | 57,21 |
| 840 | 57,20 |
| 870 | 58,20 |
| 900 | 58,19 |
| 930 | 58,22 |
| 960 | 57,79 |
| 990 | 57,78 |
| 1020 | 57,95 |
| 1050 | 57,98 |
| 1080 | 58,26 |
| 1110 | 58,63 |
| 1140 | 58,87 |
| 1170 | 59,14 |
| 1200 | 59,12 |
| 1230 | 59,41 |
| 1260 | 59,34 |
| 1290 | 59,50 |
| 1320 | 59,48 |
| 1350 | 59,39 |
| 1380 | 59,07 |
| 1410 | 59,13 |
| 1440 | 59,09 |
| 1470 | 59,20 |
| 1500 | 59,24 |
| 1530 | 59,26 |
| 1560 | 59,29 |
| 1590 | 59,29 |
| 1620 | 59,33 |
| 1650 | 59,40 |
| 1680 | 59,43 |
| 1710 | 59,45 |
| 1740 | 59,90 |

PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q= 40 l/s

Inicio: 6/11/97; 18:00 hrs
Fin : 10/11/97; 18:00 hrs

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 1770 | 59,96 |
| 1800 | 60,09 |
| 1830 | 60,14 |
| 1860 | 60,22 |
| 1890 | 60,16 |
| 1920 | 60,10 |
| 1950 | 60,05 |
| 1980 | 59,95 |
| 2010 | 60,08 |
| 2040 | 60,10 |
| 2070 | 60,09 |
| 2100 | 60,10 |
| 2130 | 60,11 |
| 2160 | 60,14 |
| 2190 | 60,14 |
| 2220 | 60,14 |
| 2250 | 60,16 |
| 2280 | 60,10 |
| 2310 | 60,12 |
| 2340 | 60,23 |
| 2370 | 60,12 |
| 2400 | 60,14 |
| 2430 | 60,11 |
| 2460 | 60,03 |
| 2490 | 60,09 |
| 2520 | 60,01 |
| 2550 | 59,99 |
| 2580 | 59,86 |
| 2610 | 59,72 |
| 2640 | 59,45 |
| 2670 | 59,10 |
| 2700 | 59,40 |
| 2730 | 59,32 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 2730 | 59,32 |
| 2760 | 59,40 |
| 2790 | 59,43 |
| 2820 | 59,47 |
| 2850 | 59,46 |
| 2880 | 59,42 |
| 2910 | 59,41 |
| 2940 | 59,43 |
| 2970 | 59,47 |
| 3000 | 59,41 |
| 3030 | 59,81 |
| 3060 | 60,02 |
| 3090 | 60,05 |
| 3120 | 59,95 |
| 3150 | 60,01 |
| 3180 | 60,00 |
| 3210 | 60,33 |
| 3240 | 60,82 |
| 3270 | 60,94 |
| 3300 | 60,83 |
| 3330 | 60,40 |
| 3360 | 60,40 |
| 3390 | 60,67 |
| 3420 | 60,71 |
| 3450 | 59,60 |
| 3480 | 59,48 |
| 3510 | 59,49 |
| 3540 | 59,45 |
| 3570 | 59,50 |
| 3600 | 59,50 |
| 3630 | 59,55 |
| 3660 | 59,60 |
| 3690 | 60,20 |

PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q= 40 l/s

Inicio: 6/11/97; 18:00 hrs.
Fin : 10/11/97; 18:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 3720 | 60,65 |
| 3750 | 60,77 |
| 3780 | 60,73 |
| 3810 | 60,78 |
| 3840 | 60,67 |
| 3870 | 60,57 |
| 3900 | 60,62 |
| 3930 | 60,63 |
| 3960 | 60,53 |
| 3990 | 60,05 |
| 4020 | 59,89 |
| 4050 | 59,75 |
| 4080 | 59,70 |
| 4110 | 59,75 |
| 4140 | 59,72 |
| 4170 | 59,78 |
| 4200 | 60,28 |
| 4230 | 60,40 |
| 4260 | 60,69 |
| 4290 | 60,56 |
| 4320 | 60,58 |
| 4350 | 60,64 |
| 4380 | 60,54 |
| 4410 | 60,69 |
| 4440 | 60,54 |
| 4470 | 60,50 |
| 4500 | 60,57 |
| 4530 | 60,49 |
| 4560 | 60,53 |
| 4590 | 60,47 |
| 4620 | 60,60 |
| 4650 | 60,60 |
| 4680 | 60,60 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 4710 | 60,54 |
| 4740 | 60,61 |
| 4770 | 60,66 |
| 4800 | 60,62 |
| 4830 | 60,62 |
| 4860 | 60,65 |
| 4890 | 60,78 |
| 4920 | 60,79 |
| 4950 | 60,88 |
| 4980 | 60,78 |
| 5010 | 60,81 |
| 5040 | 60,80 |
| 5070 | 60,79 |
| 5100 | 60,81 |
| 5130 | 60,83 |
| 5160 | 60,80 |
| 5190 | 60,72 |
| 5220 | 60,54 |
| 5250 | 60,54 |
| 5280 | 61,38 |
| 5310 | 61,25 |
| 5340 | 61,06 |
| 5370 | 60,86 |
| 5400 | 60,93 |
| 5430 | 60,97 |
| 5460 | 61,05 |
| 5490 | 61,01 |
| 5520 | 61,06 |
| 5550 | 60,98 |
| 5580 | 60,87 |
| 5610 | 60,84 |
| 5640 | 60,98 |
| 5670 | 60,87 |

PRUEBA DE GASTO CONSTANTE : Q= 40 l/s

Inicio: 6/11/97; 18:00 hrs.
Fin : 10/11/97; 18:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 5700 | 60,82 |
| 5730 | 60,76 |
| 5760 | 60,81 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| | |

# RECUPERACIÓN P. DE GASTO CONSTANTE

Inicio: 10/11/97; 18:00 hrs.
Fin : 11/11/97; 06:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 0 | 60,81 |
| 1 | 47,50 |
| 2 | 46,72 |
| 3 | 46,23 |
| 4 | 45,85 |
| 5 | 45,52 |
| 6 | 45,20 |
| 7 | 44,96 |
| 8 | 44,72 |
| 9 | 44,46 |
| 10 | 44,26 |
| 12 | 43,90 |
| 14 | 43,63 |
| 16 | 43,35 |
| 18 | 43,12 |
| 20 | 42,90 |
| 25 | 42,45 |
| 30 | 42,09 |
| 35 | 41,78 |
| 40 | 41,53 |
| 45 | 41,30 |
| 50 | 41,10 |
| 55 | 40,93 |
| 60 | 40,77 |
| 70 | 40,49 |
| 80 | 40,26 |
| 90 | 40,06 |
| 100 | 39,83 |
| 110 | 39,72 |
| 120 | 39,58 |
| 150 | 39,18 |
| 180 | 38,92 |
| 210 | 38,65 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 8 |
|---|---|
| 240 | 38,55 |
| 270 | 38,27 |
| 300 | 38,13 |
| 360 | 37,84 |
| 420 | 37,62 |
| 480 | 37,13 |
| 540 | 37,01 |
| 600 | 36,98 |
| 660 | 36,91 |
| 720 | 36,86 |

# Pruebas de gasto variable y de gasto constante

# Pozo Elena 13

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE: Q = 15 l/s**

Inicio: 13/11/97; 10:00 hrs.
Fin : 13/11/97; 12:30 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 0 | 33,66 |
| 1 | 35,25 |
| 2 | 34,85 |
| 3 | 34,80 |
| 4 | 34,78 |
| 5 | 34,89 |
| 6 | 34,90 |
| 7 | 34,98 |
| 8 | 34,98 |
| 9 | 35,14 |
| 10 | 35,18 |
| 12 | 35,22 |
| 14 | 35,28 |
| 16 | 35,30 |
| 18 | 35,32 |
| 20 | 35,34 |
| 25 | 35,37 |
| 30 | 35,37 |
| 35 | 35,38 |
| 40 | 35,39 |
| 45 | 35,41 |
| 50 | 35,43 |
| 55 | 35,45 |
| 60 | 35,47 |
| 70 | 35,48 |
| 80 | 35,51 |
| 90 | 35,54 |
| 100 | 35,52 |
| 110 | 35,56 |
| 120 | 35,52 |
| 130 | 35,55 |
| 140 | 35,57 |
| 150 | 35,57 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| | |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE: Q = 25 l/s**

Inicio: 13/11/97; 12:30 hrs.
Fin : 13/11/97; 15:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 0 | 35,57 |
| 1 | 36,36 |
| 2 | 36,40 |
| 3 | 36,46 |
| 4 | 36,49 |
| 5 | 36,52 |
| 6 | 36,57 |
| 7 | 36,58 |
| 8 | 36,60 |
| 9 | 36,62 |
| 10 | 36,64 |
| 12 | 36,65 |
| 14 | 36,65 |
| 16 | 36,67 |
| 18 | 36,83 |
| 20 | 36,89 |
| 25 | 36,96 |
| 30 | 36,98 |
| 35 | 36,90 |
| 40 | 37,00 |
| 45 | 37,04 |
| 50 | 37,04 |
| 55 | 37,04 |
| 60 | 37,04 |
| 70 | 37,05 |
| 80 | 37,12 |
| 90 | 37,12 |
| 100 | 37,14 |
| 110 | 37,16 |
| 120 | 37,17 |
| 130 | 37,20 |
| 140 | 37,20 |
| 150 | 37,20 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| | |

**PRUEBA DE GASTO VARIABLE: Q = 35 l/s**

Inicio: 13/11/97; 15:00 hrs.
Fin : 13/11/97; 20:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 0 | 37,20 |
| 1 | 39,58 |
| 2 | 39,95 |
| 3 | 40,16 |
| 4 | 40,33 |
| 5 | 40,44 |
| 6 | 40,53 |
| 7 | 40,59 |
| 8 | 40,66 |
| 9 | 40,71 |
| 10 | 40,76 |
| 12 | 40,85 |
| 14 | 40,89 |
| 16 | 40,95 |
| 18 | 40,98 |
| 20 | 41,02 |
| 25 | 41,13 |
| 30 | 41,20 |
| 35 | 41,26 |
| 40 | 41,37 |
| 45 | 41,37 |
| 50 | 41,47 |
| 55 | 41,58 |
| 60 | 41,60 |
| 70 | 41,71 |
| 80 | 41,90 |
| 90 | 42,03 |
| 100 | 42,22 |
| 110 | 42,28 |
| 120 | 42,34 |
| 130 | 42,39 |
| 140 | 42,45 |
| 150 | 42,49 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 160 | 42,52 |
| 170 | 42,56 |
| 180 | 42,60 |
| 190 | 42,68 |
| 200 | 42,71 |
| 210 | 42,76 |
| 220 | 42,81 |
| 230 | 42,85 |
| 240 | 42,88 |
| 250 | 42,89 |
| 260 | 42,93 |
| 270 | 42,96 |
| 280 | 42,98 |
| 290 | 43,00 |
| 300 | 43,02 |

PRUEBA DE GASTO VARIABLE Q = 45 l/s

Inicio: 13/11/97; 20:00 hrs.
Fin : 14/11/97; 01:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 0 | 43,02 |
| 1 | 43,78 |
| 2 | 43,80 |
| 3 | 44,08 |
| 4 | 44,35 |
| 5 | 45,00 |
| 6 | 45,07 |
| 7 | 45,15 |
| 8 | 45,21 |
| 9 | 45,56 |
| 10 | 45,32 |
| 12 | 45,41 |
| 14 | 45,47 |
| 16 | 45,52 |
| 18 | 45,58 |
| 20 | 45,63 |
| 25 | 45,71 |
| 30 | 45,76 |
| 35 | 45,82 |
| 40 | 45,88 |
| 45 | 45,96 |
| 50 | 46,00 |
| 55 | 46,05 |
| 60 | 46,05 |
| 70 | 46,12 |
| 80 | 46,22 |
| 90 | 46,28 |
| 100 | 46,37 |
| 110 | 46,43 |
| 120 | 46,49 |
| 130 | 46,52 |
| 140 | 46,56 |
| 150 | 46,59 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 160 | 46,63 |
| 170 | 46,65 |
| 180 | 46,68 |
| 190 | 46,72 |
| 200 | 46,77 |
| 210 | 46,82 |
| 220 | 46,85 |
| 230 | 46,88 |
| 240 | 46,92 |
| 250 | 46,94 |
| 260 | 46,96 |
| 270 | 47,00 |
| 280 | 47,03 |
| 290 | 47,06 |
| 300 | 47,09 |

PRUEBA DE GASTO VARIABLE: Q = 55 l/s

Inicio: 14/11/97; 01:00 hrs.
Fin : 14/11/97; 07:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 0 | 47,09 |
| 1 | 49,65 |
| 2 | 49,60 |
| 3 | 49,65 |
| 4 | 49,76 |
| 5 | 49,88 |
| 6 | 49,97 |
| 7 | 50,04 |
| 8 | 50,11 |
| 9 | 50,21 |
| 10 | 50,27 |
| 12 | 50,35 |
| 14 | 50,42 |
| 16 | 50,50 |
| 18 | 50,58 |
| 20 | 50,60 |
| 25 | 50,74 |
| 30 | 50,83 |
| 35 | 50,89 |
| 40 | 50,95 |
| 45 | 51,02 |
| 50 | 51,04 |
| 55 | 51,05 |
| 60 | 51,12 |
| 70 | 51,74 |
| 80 | 51,96 |
| 90 | 52,06 |
| 100 | 52,19 |
| 110 | 52,34 |
| 120 | 52,40 |
| 130 | 52,44 |
| 140 | 52,54 |
| 150 | 52,61 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 160 | 52,69 |
| 170 | 52,77 |
| 180 | 52,83 |
| 190 | 52,93 |
| 200 | 53,00 |
| 210 | 53,10 |
| 220 | 53,14 |
| 230 | 53,19 |
| 240 | 53,22 |
| 250 | 53,27 |
| 260 | 53,30 |
| 270 | 53,34 |
| 280 | 53,38 |
| 290 | 53,40 |
| 300 | 53,44 |
| 310 | 53,48 |
| 320 | 53,46 |
| 330 | 53,49 |
| 340 | 53,48 |
| 350 | 53,50 |
| 360 | 53,52 |

RECUPERACIÓN P. DE GASTO VARIABLE

Inicio: 14/11/97; 07:00 hrs.
Fin : 14/11/97; 18:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 0 | 53,52 |
| 1 | 39,91 |
| 2 | 39,25 |
| 3 | 38,78 |
| 4 | 38,41 |
| 5 | 38,13 |
| 6 | 37,91 |
| 7 | 37,71 |
| 8 | 37,56 |
| 9 | 37,43 |
| 10 | 37,32 |
| 12 | 37,13 |
| 14 | 36,97 |
| 16 | 36,84 |
| 18 | 36,73 |
| 20 | 36,63 |
| 25 | 36,44 |
| 30 | 36,27 |
| 35 | 36,14 |
| 40 | 36,02 |
| 45 | 35,91 |
| 50 | 35,82 |
| 55 | 35,73 |
| 60 | 35,66 |
| 70 | 35,52 |
| 80 | 35,42 |
| 90 | 35,27 |
| 100 | 35,23 |
| 110 | 35,16 |
| 120 | 35,08 |
| 130 | 35,03 |
| 140 | 34,97 |
| 150 | 34,92 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 160 | 34,88 |
| 170 | 34,83 |
| 180 | 34,79 |
| 210 | 34,71 |
| 240 | 34,61 |
| 270 | 34,55 |
| 300 | 34,49 |
| 330 | 34,44 |
| 360 | 34,39 |
| 390 | 34,35 |
| 420 | 34,32 |
| 450 | 34,29 |
| 480 | 34,25 |
| 510 | 34,22 |
| 540 | 34,20 |
| 570 | 34,18 |
| 600 | 34,16 |
| 630 | 34,14 |
| 660 | 34,12 |

**PRUEBA DE GASTO CONSTANTE Q = 40 l/s**

Inicio: 14/11/97; 18:00 hrs
Fin : 17/11/97; 18:00 hrs

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 0 | 34,12 |
| 1 | 41,00 |
| 2 | 41,29 |
| 3 | 41,63 |
| 4 | 41,87 |
| 5 | 42,06 |
| 6 | 42,20 |
| 7 | 42,32 |
| 8 | 42,43 |
| 9 | 42,52 |
| 10 | 42,60 |
| 12 | 42,73 |
| 14 | 42,83 |
| 16 | 42,93 |
| 18 | 43,03 |
| 20 | 43,09 |
| 25 | 43,41 |
| 30 | 43,53 |
| 35 | 43,64 |
| 40 | 43,73 |
| 45 | 43,82 |
| 50 | 43,90 |
| 55 | 43,93 |
| 60 | 43,99 |
| 70 | 44,08 |
| 80 | 44,17 |
| 90 | 44,25 |
| 100 | 44,33 |
| 110 | 44,40 |
| 120 | 44,46 |
| 130 | 44,51 |
| 140 | 44,58 |
| 150 | 44,63 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 160 | 44,71 |
| 170 | 44,75 |
| 180 | 44,79 |
| 190 | 45,15 |
| 200 | 45,20 |
| 210 | 45,25 |
| 220 | 45,29 |
| 230 | 45,32 |
| 240 | 45,34 |
| 250 | 45,39 |
| 260 | 45,31 |
| 270 | 45,43 |
| 280 | 45,46 |
| 290 | 45,49 |
| 300 | 45,51 |
| 310 | 45,53 |
| 320 | 45,54 |
| 330 | 45,55 |
| 340 | 45,58 |
| 350 | 45,59 |
| 360 | 45,60 |
| 390 | 45,66 |
| 420 | 45,69 |
| 450 | 45,72 |
| 480 | 45,74 |
| 510 | 45,77 |
| 540 | 45,80 |
| 570 | 45,83 |
| 600 | 45,86 |
| 630 | 45,87 |
| 660 | 45,89 |
| 690 | 45,91 |
| 720 | 45,93 |

PRUEBA DE GASTO CONSTANTE Q = 40 l/s

Inicio: 14/11/97; 18:00 hrs.
Fin : 17/11/97; 18:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 750 | 45,93 |
| 780 | 45,96 |
| 810 | 45,98 |
| 840 | 46,00 |
| 870 | 46,01 |
| 900 | 46,02 |
| 930 | 46,03 |
| 960 | 46,06 |
| 990 | 46,07 |
| 1020 | 46,08 |
| 1050 | 46,09 |
| 1080 | 46,11 |
| 1110 | 46,12 |
| 1140 | 46,12 |
| 1170 | 46,12 |
| 1200 | 46,12 |
| 1230 | 46,13 |
| 1260 | 46,14 |
| 1290 | 46,14 |
| 1320 | 46,14 |
| 1350 | 46,14 |
| 1380 | 46,14 |
| 1410 | 46,14 |
| 1440 | 46,16 |
| 1470 | 46,20 |
| 1500 | 46,23 |
| 1530 | 46,25 |
| 1560 | 46,25 |
| 1590 | 46,25 |
| 1620 | 46,26 |
| 1650 | 46,27 |
| 1680 | 46,29 |
| 1710 | 46,30 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 1740 | 46,30 |
| 1770 | 46,31 |
| 1800 | 46,32 |
| 1830 | 46,32 |
| 1860 | 46,32 |
| 1890 | 46,32 |
| 1920 | 46,32 |
| 1950 | 46,32 |
| 1980 | 46,34 |
| 2010 | 46,35 |
| 2040 | 46,35 |
| 2070 | 46,36 |
| 2100 | 46,36 |
| 2130 | 46,36 |
| 2160 | 46,36 |
| 2190 | 46,36 |
| 2220 | 46,39 |
| 2250 | 46,39 |
| 2280 | 46,40 |
| 2310 | 46,40 |
| 2340 | 46,41 |
| 2370 | 46,41 |
| 2400 | 46,42 |
| 2430 | 46,42 |
| 2460 | 46,42 |
| 2490 | 46,42 |
| 2520 | 46,43 |
| 2550 | 46,43 |
| 2580 | 46,44 |
| 2610 | 46,44 |
| 2640 | 46,44 |
| 2670 | 46,44 |
| 2700 | 46,45 |

PRUEBA DE GASTO CONSTANTE Q = 40 l/s

Inicio: 14/11/97; 18:00 hrs.
Fin : 17/11/97; 18:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 2730 | 46,45 |
| 2760 | 46,45 |
| 2790 | 46,45 |
| 2820 | 46,45 |
| 2850 | 46,45 |
| 2880 | 46,45 |
| 2910 | 46,46 |
| 2940 | 46,46 |
| 2970 | 46,47 |
| 3000 | 46,47 |
| 3030 | 46,48 |
| 3060 | 46,48 |
| 3090 | 46,49 |
| 3120 | 46,49 |
| 3150 | 46,50 |
| 3180 | 46,50 |
| 3210 | 46,50 |
| 3240 | 46,50 |
| 3270 | 46,50 |
| 3300 | 46,50 |
| 3330 | 46,50 |
| 3360 | 46,50 |
| 3390 | 46,50 |
| 3420 | 46,50 |
| 3450 | 46,51 |
| 3480 | 46,52 |
| 3510 | 46,52 |
| 3540 | 46,53 |
| 3570 | 46,53 |
| 3600 | 46,53 |
| 3630 | 46,53 |
| 3660 | 46,53 |
| 3690 | 46,55 |

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 3720 | 46,57 |
| 3750 | 46,57 |
| 3780 | 46,57 |
| 3810 | 46,57 |
| 3840 | 46,57 |
| 3870 | 46,57 |
| 3900 | 46,57 |
| 3930 | 46,57 |
| 3960 | 46,57 |
| 3990 | 46,57 |
| 4020 | 46,57 |
| 4050 | 46,57 |
| 4080 | 46,57 |
| 4110 | 46,57 |
| 4140 | 46,57 |
| 4170 | 46,57 |
| 4200 | 46,57 |
| 4230 | 46,57 |
| 4260 | 46,57 |
| 4290 | 46,57 |
| 4320 | 46,57 |

RECUPERACIÓN P. DE GASTO CONSTANTE

Inicio: 17/11/97; 18:00 hrs.
Fin . 18/11/97; 06:00 hrs.

| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 0 | 46,57 |
| 1 | 38,84 |
| 2 | 38,35 |
| 3 | 37,99 |
| 4 | 37,73 |
| 5 | 37,54 |
| 6 | 37,38 |
| 7 | 37,25 |
| 8 | 37,14 |
| 9 | 37,05 |
| 10 | 36,96 |
| 12 | 36,83 |
| 14 | 36,73 |
| 16 | 36,63 |
| 18 | 36,57 |
| 20 | 36,49 |
| 25 | 36,35 |
| 30 | 36,22 |
| 35 | 36,12 |
| 40 | 36,03 |
| 45 | 35,95 |
| 50 | 35,88 |
| 55 | 35,82 |
| 60 | 35,75 |
| 70 | 35,65 |
| 80 | 35,56 |
| 90 | 35,49 |
| 100 | 35,42 |
| 110 | 35,36 |
| 120 | 35,30 |
| 130 | 35,26 |
| 140 | 35,21 |
| 150 | 35,17 |

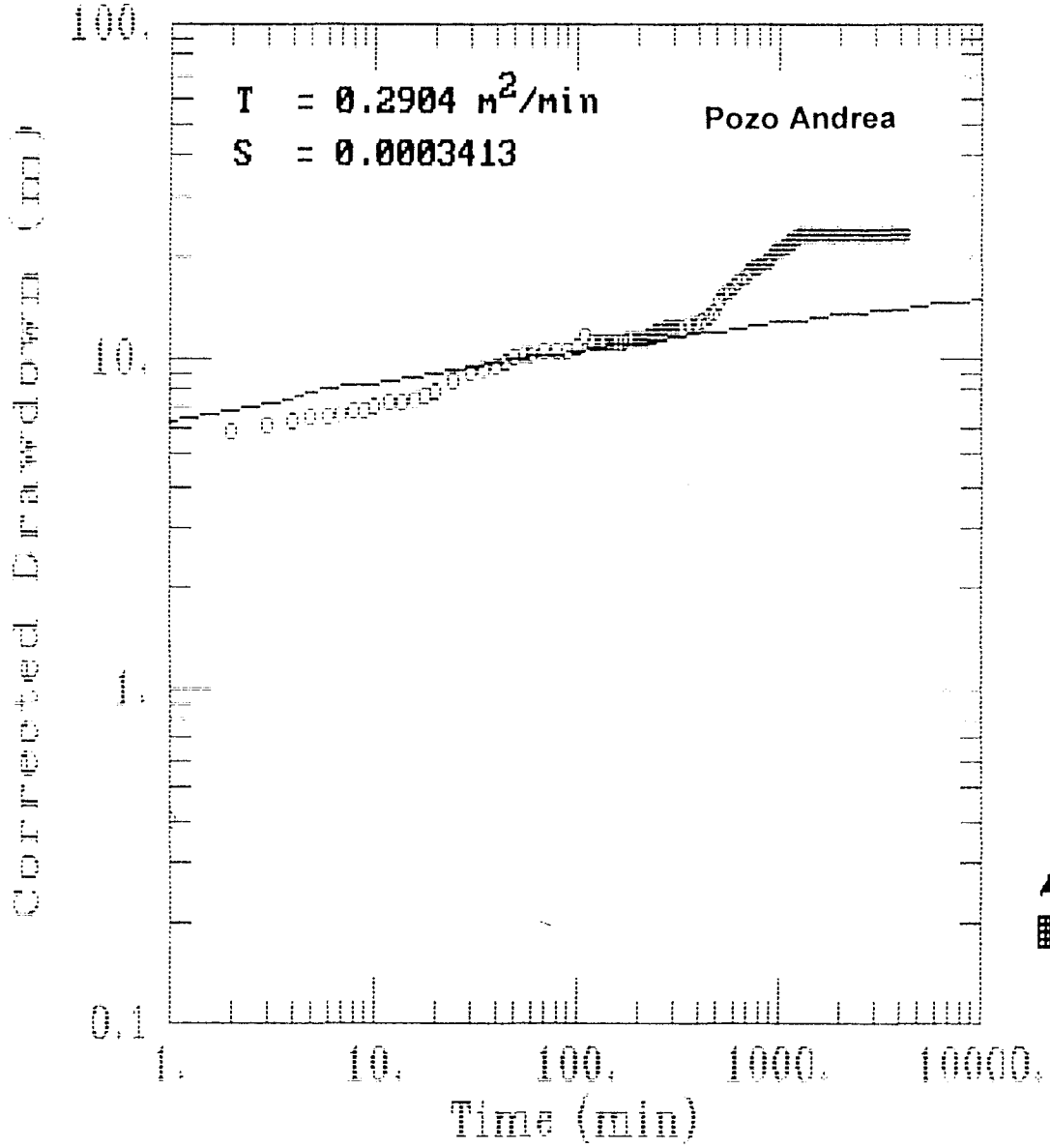
| Tiempo (min) | Prof. nivel (m) Elena 13 |
|---|---|
| 160 | 35,14 |
| 170 | 35,10 |
| 180 | 35,07 |
| 210 | 34,98 |
| 240 | 34,91 |
| 270 | 34,88 |
| 300 | 34,79 |
| 330 | 34,73 |
| 360 | 34,70 |
| 390 | 34,66 |
| 420 | 34,62 |
| 450 | 34,59 |
| 480 | 34,56 |
| 510 | 34,52 |
| 540 | 34,50 |
| 570 | 34,47 |
| 600 | 34,45 |
| 630 | 34,42 |
| 660 | 34,40 |
| 690 | 34,38 |
| 720 | 34,36 |

# ANEXO

## Memorias de cálculo pruebas de bombeo de gasto constante

# Resultados obtenidos con monitoreo en pozo de bombeo

# P. de Gasto Constante: Metodo de Theis

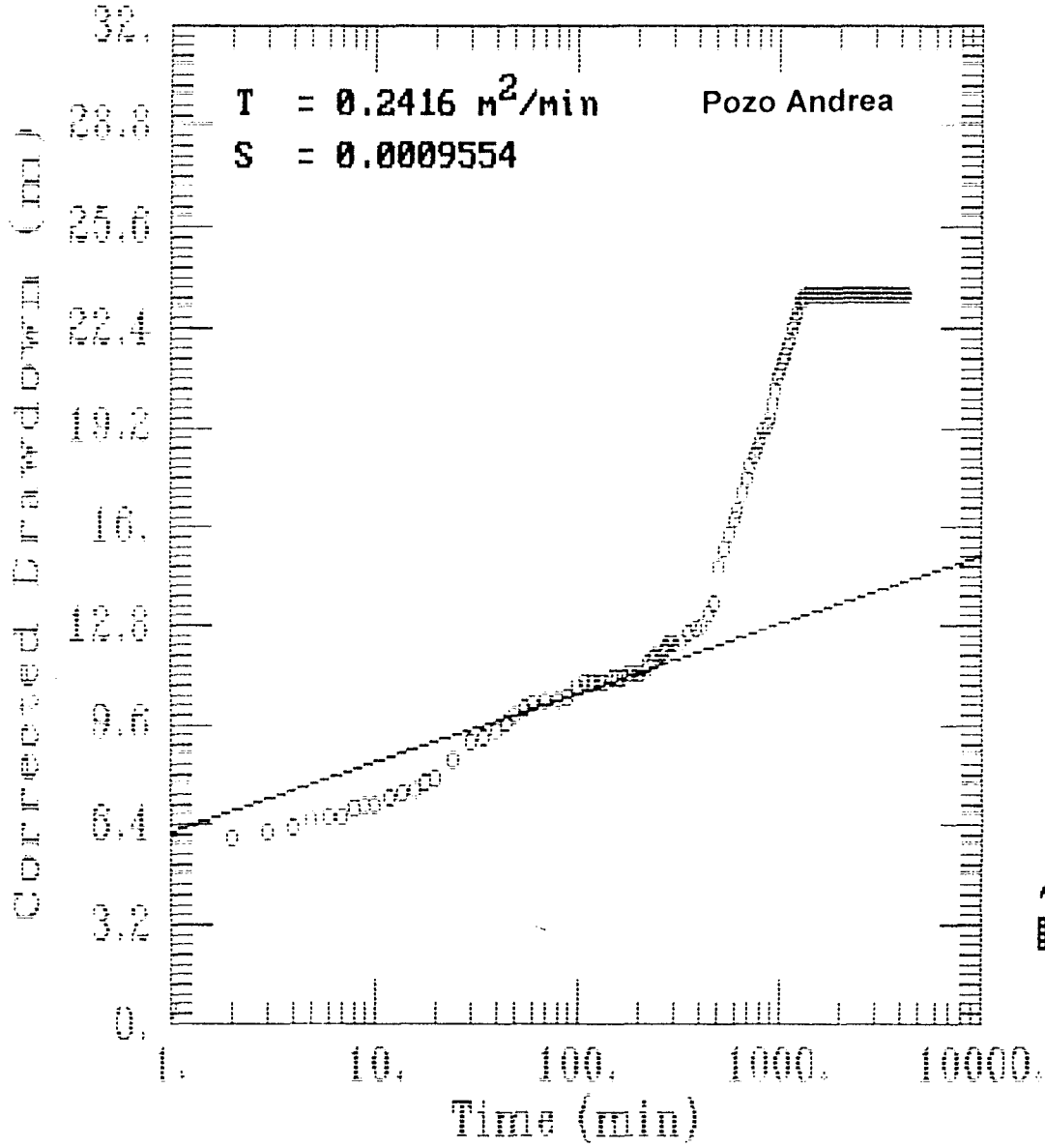



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC

Modeling Group

# P. de Gasto Constante : Metodo de Jacob

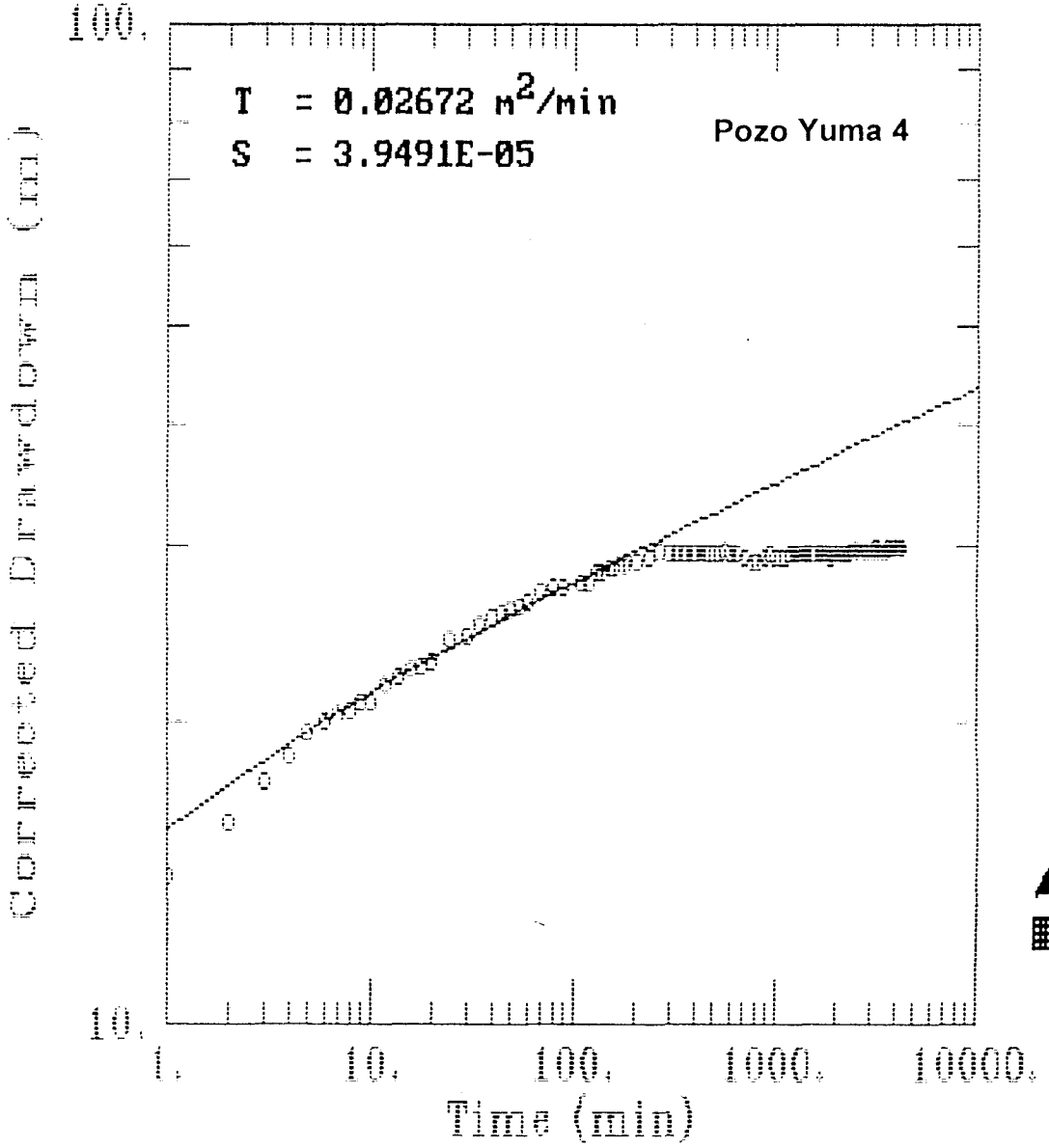



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# P. de Gasto Constante: Metodo de Theis

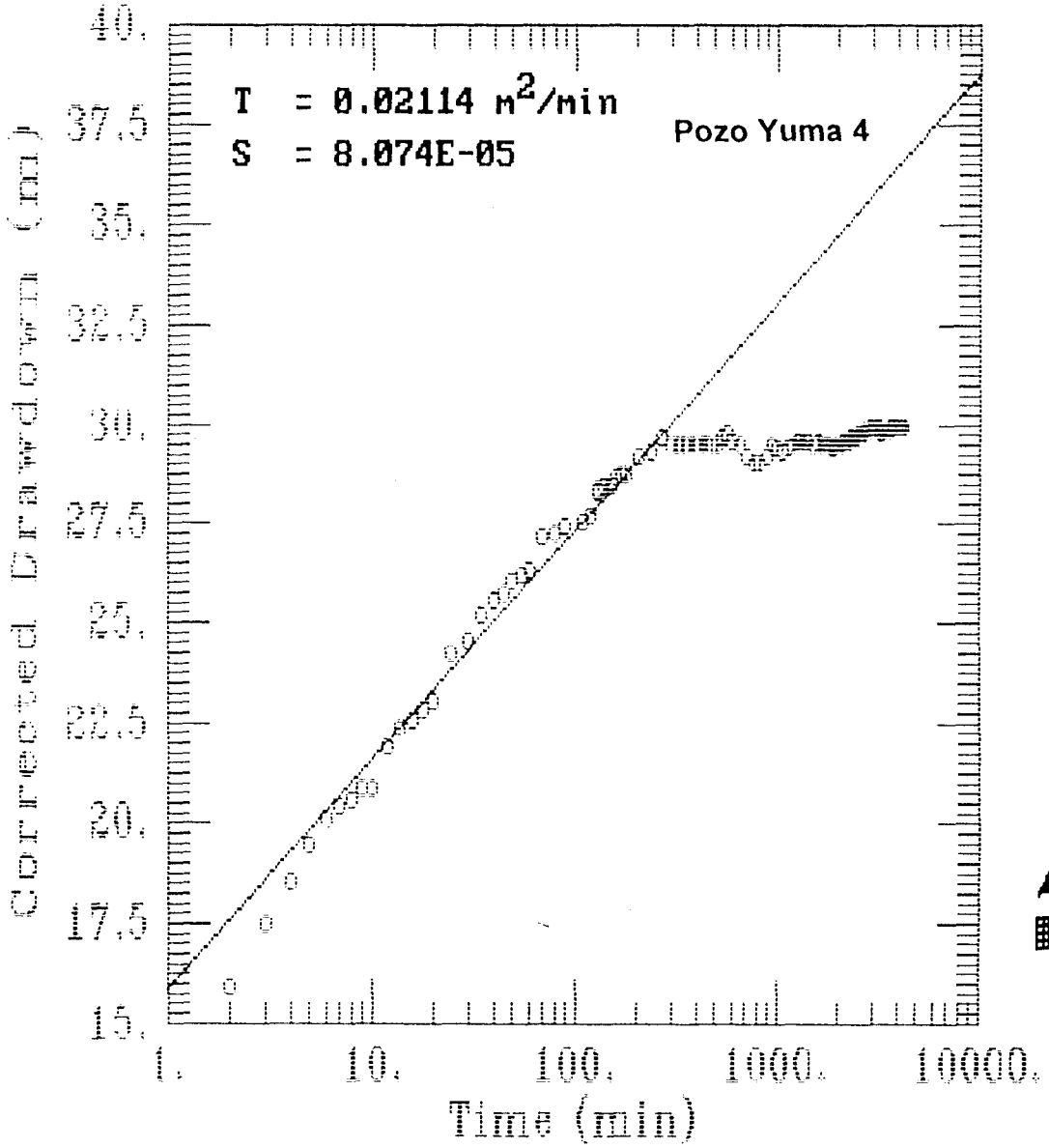



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# P. de Gasto Constante: Metodo de Jacob

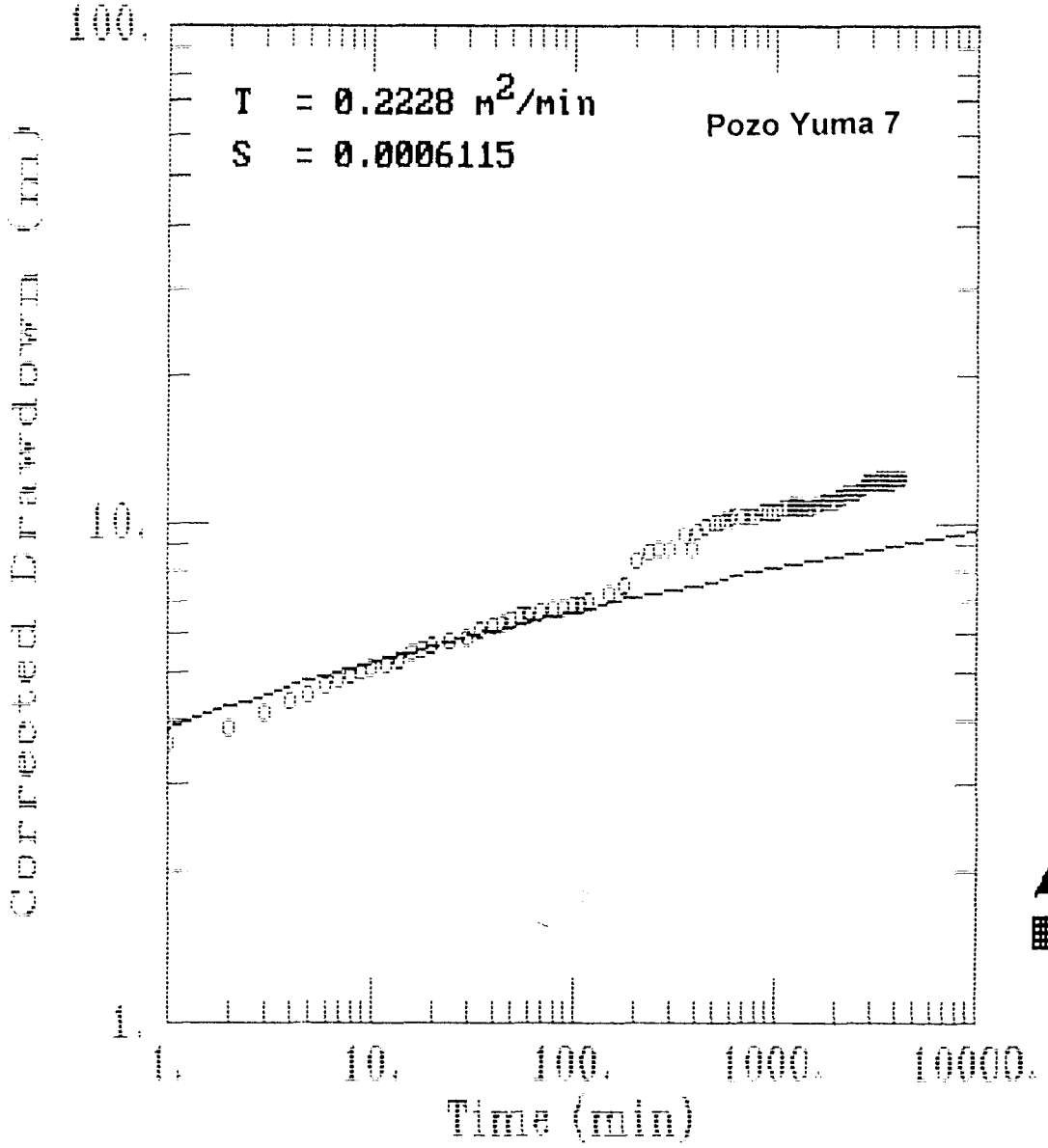



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# P. de Gasto Constante: Metodo de Theis

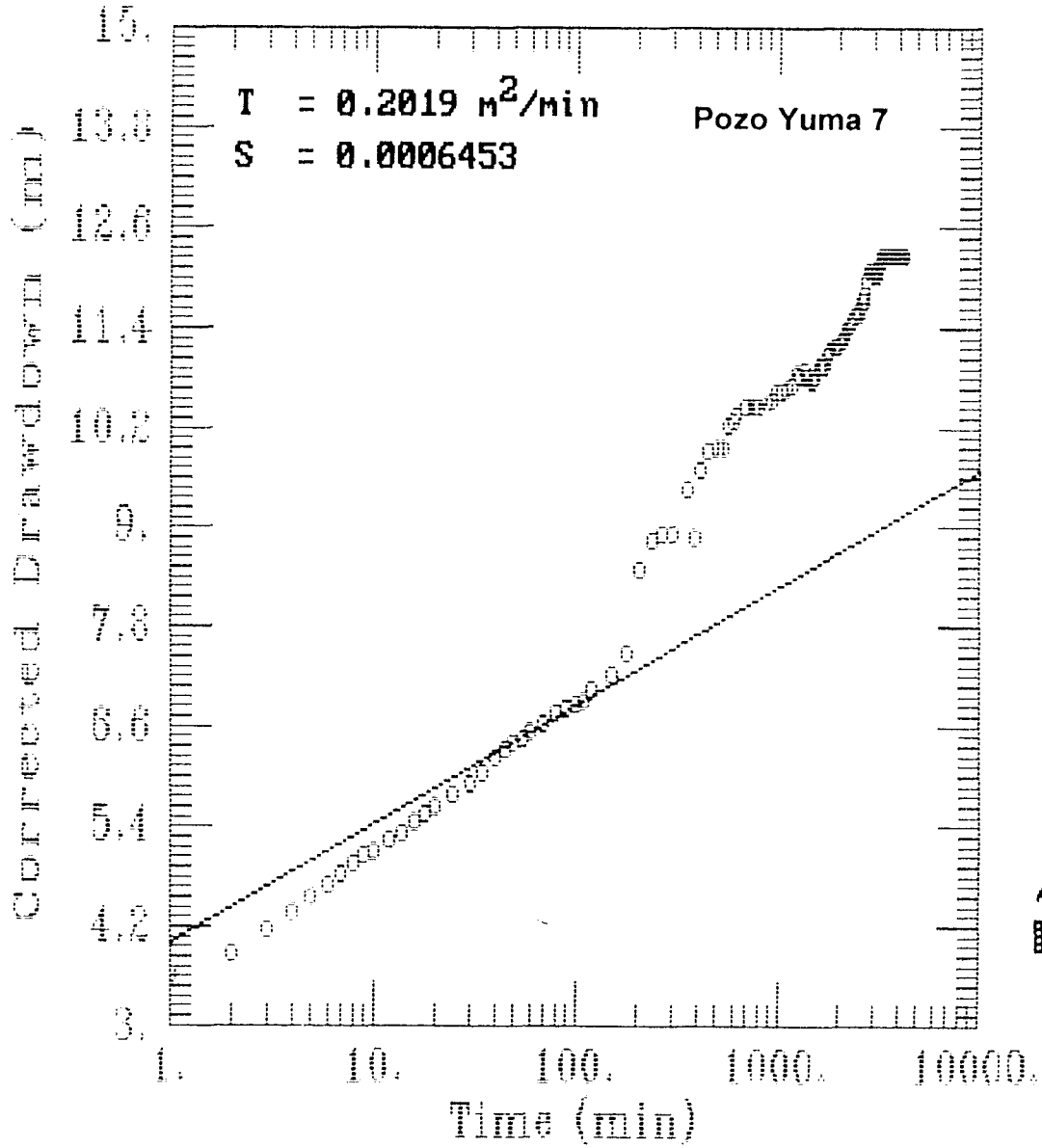



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# P. de Gasto Constante: Metodo de Jacob

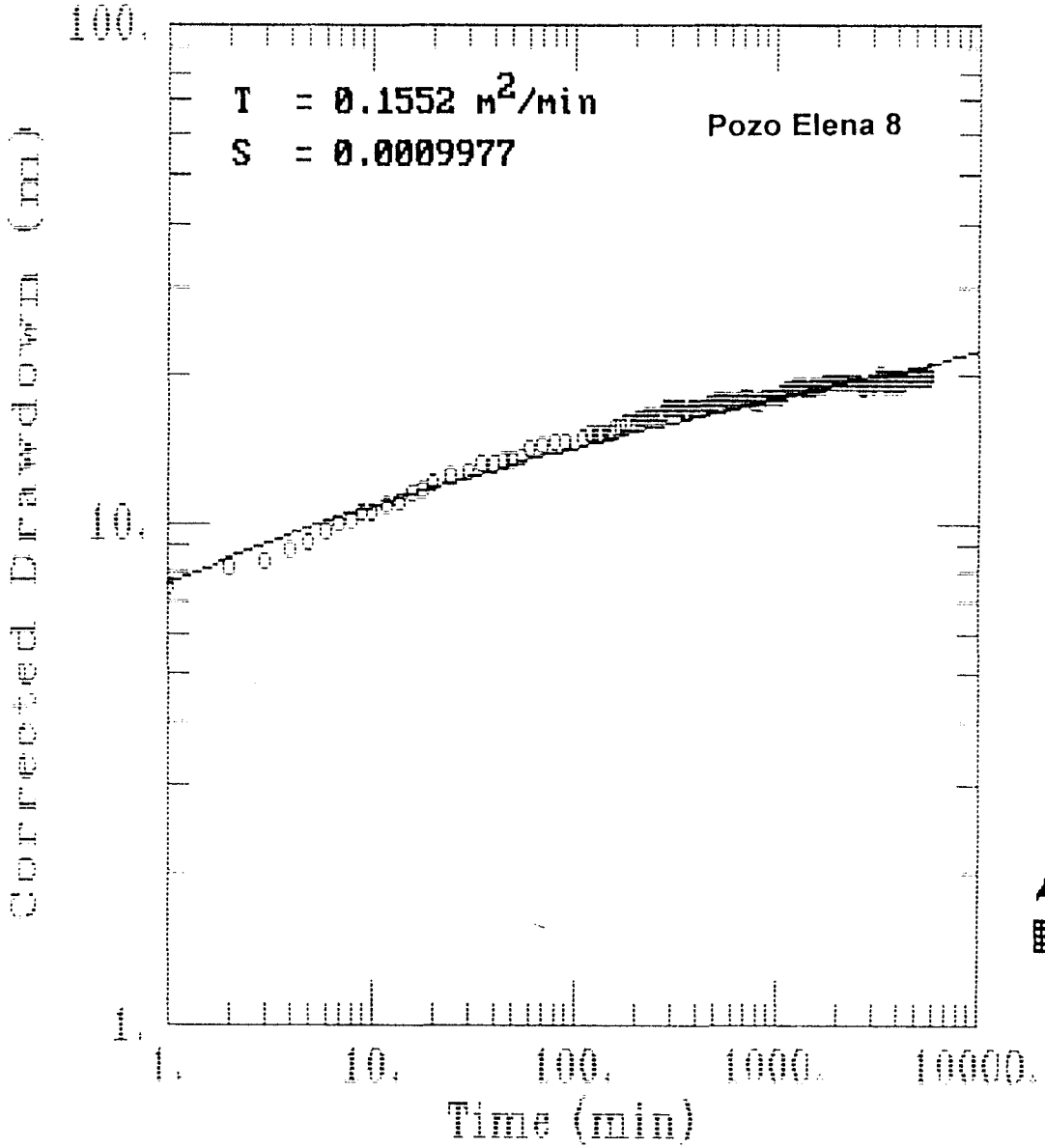



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# P. de Gasto Constante: Metodo de Theis

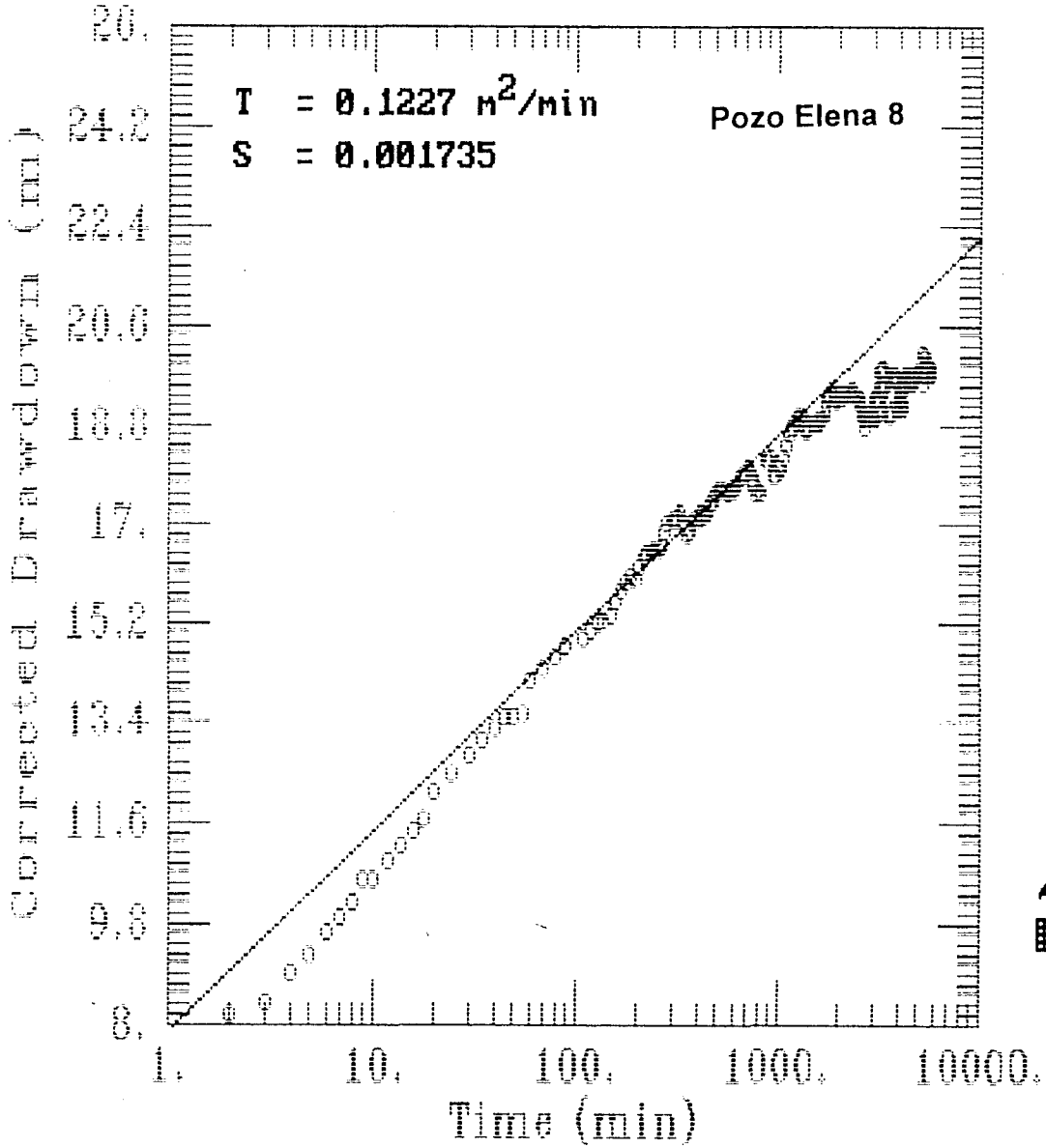



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# P. de Gasto Constante: Metodo de Jacob

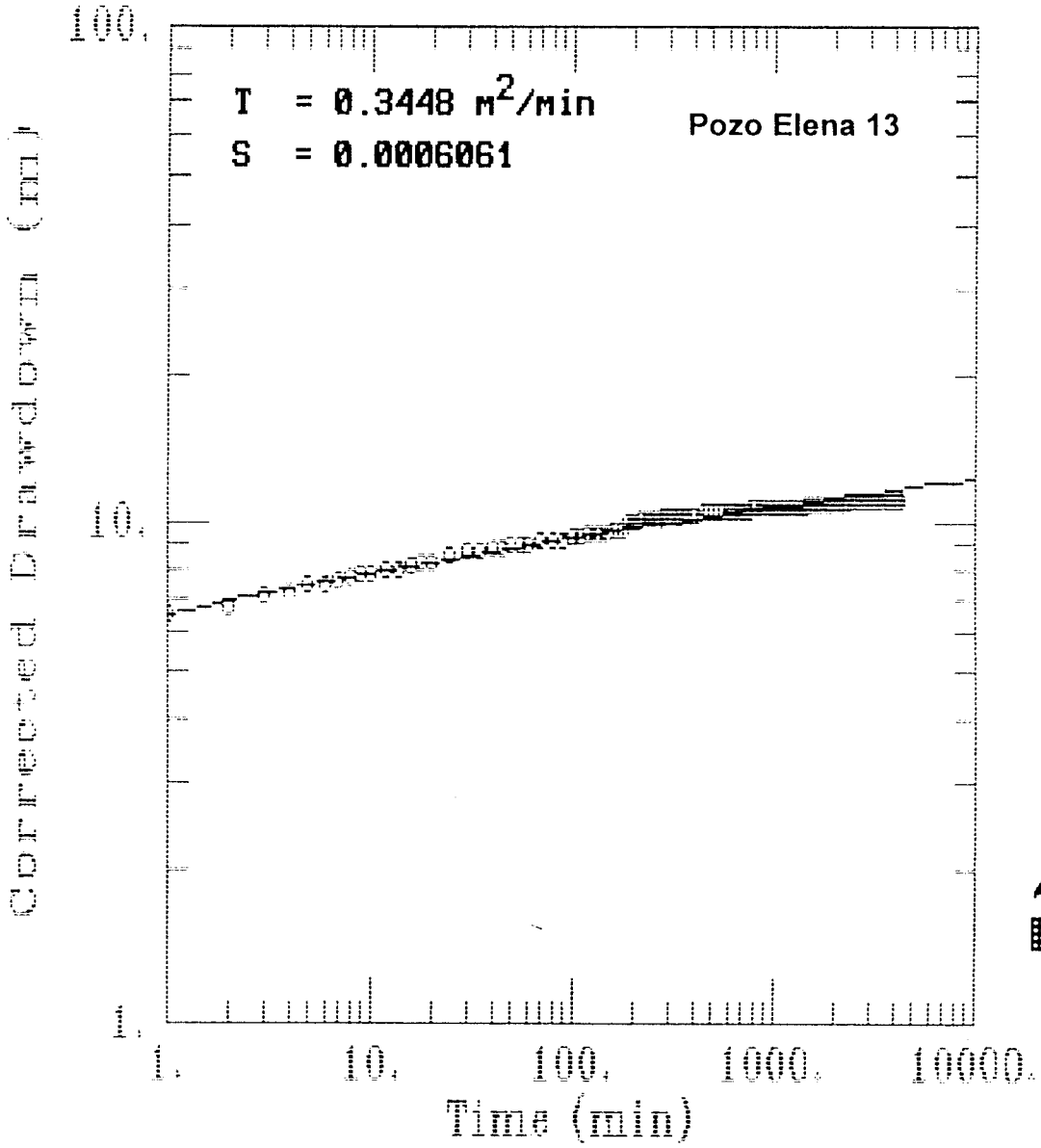



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# P. Gasto Constante: Metodo de Theis

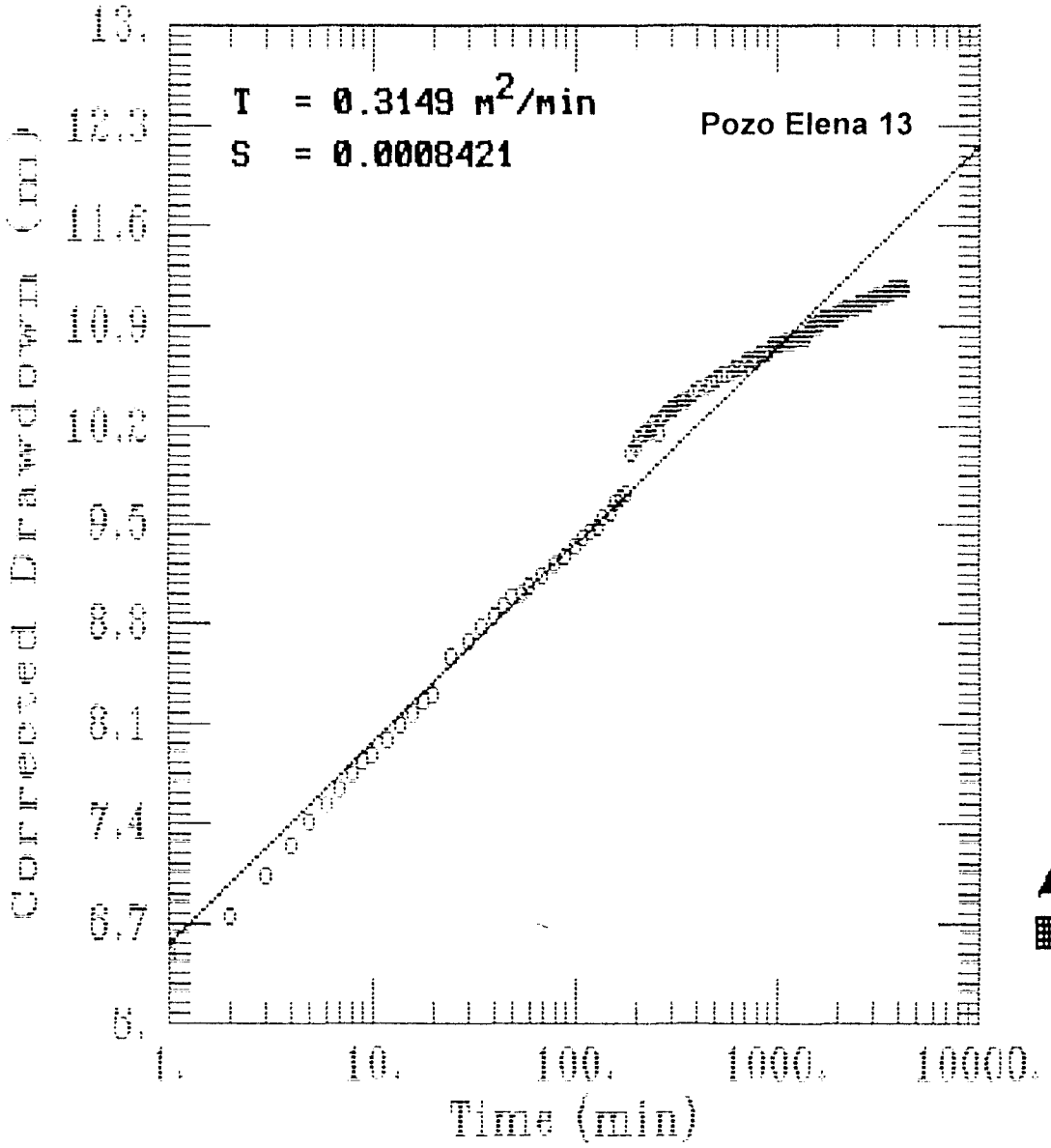



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# P. Gasto Constante: Metodo de Jacob



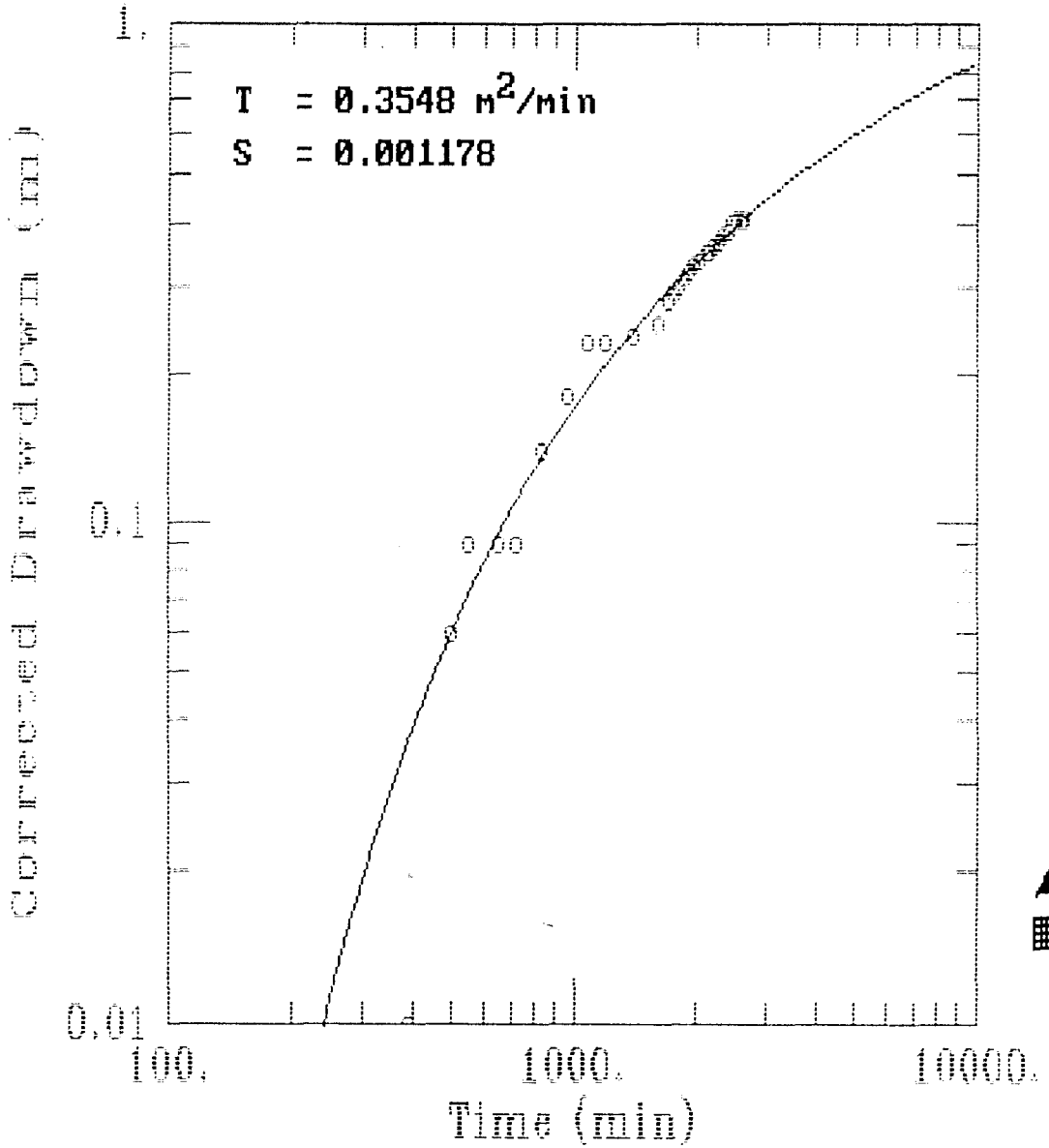

AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# Resultados obtenidos con monitoreo en pozos de observación en prueba de gasto constante Yuma 7

# Pozo Andrea: Metodo Theis

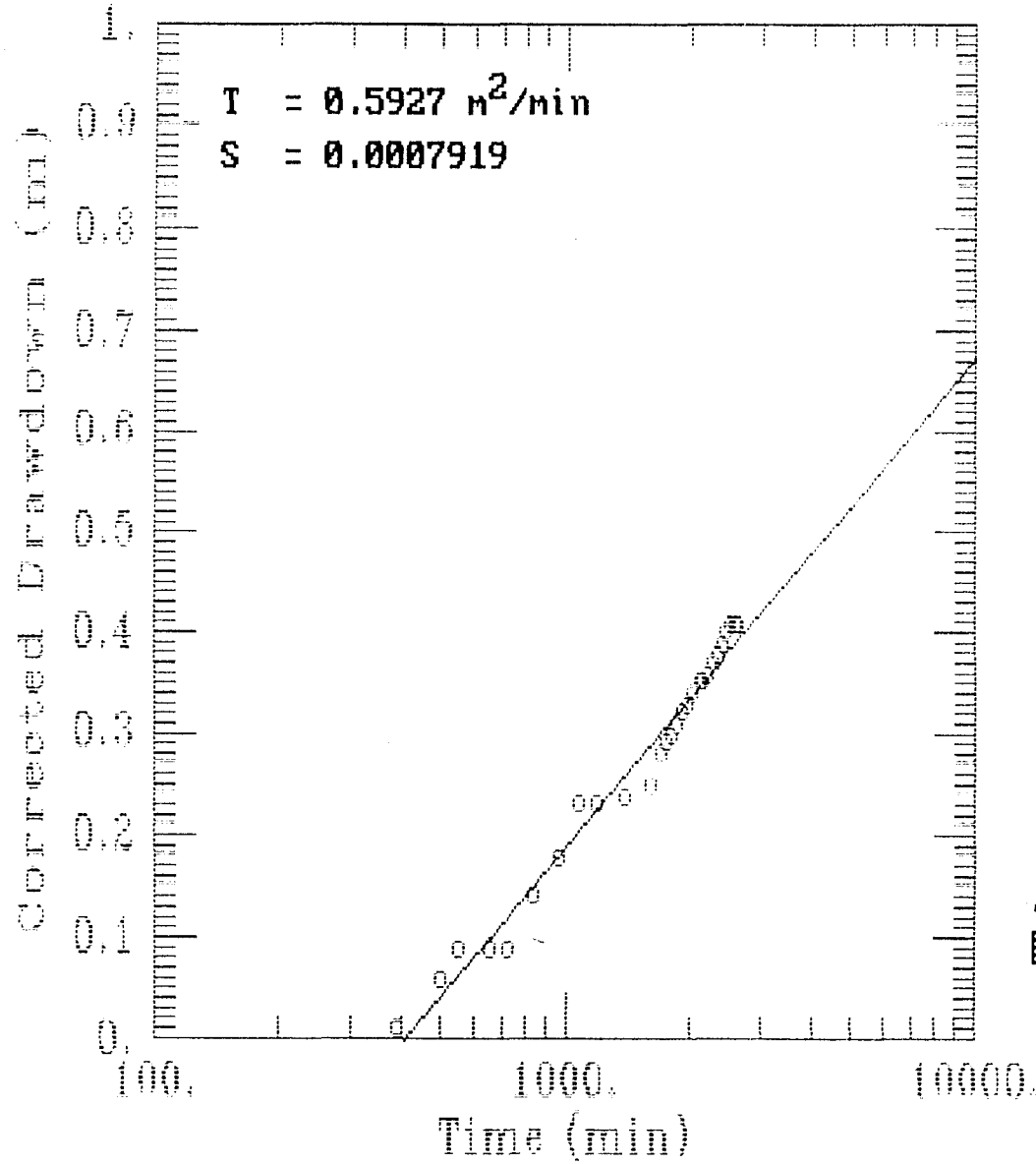



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# Pozo Andrea. Metodo Jacob

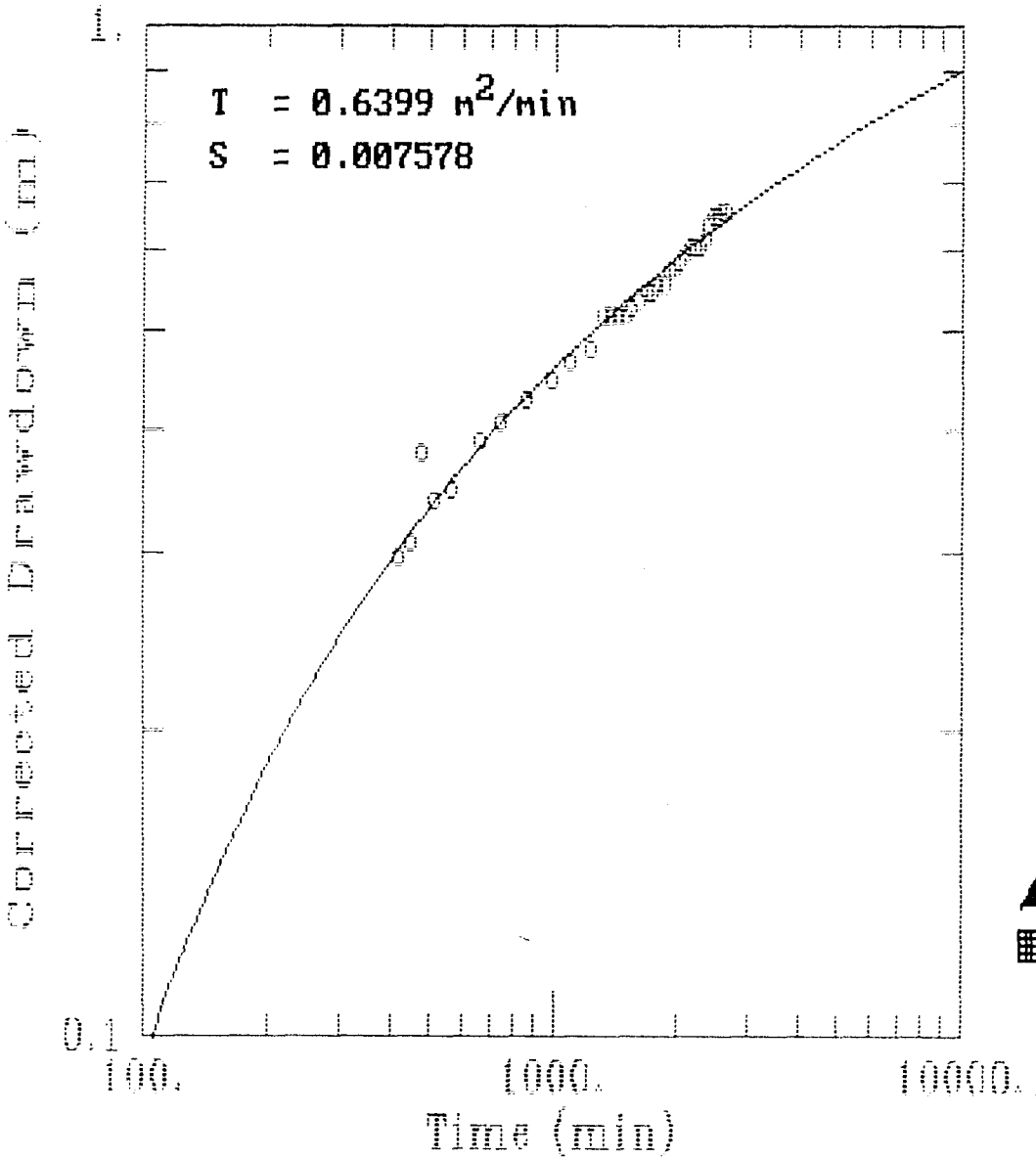



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# Puntera S-39. Metodo Theis

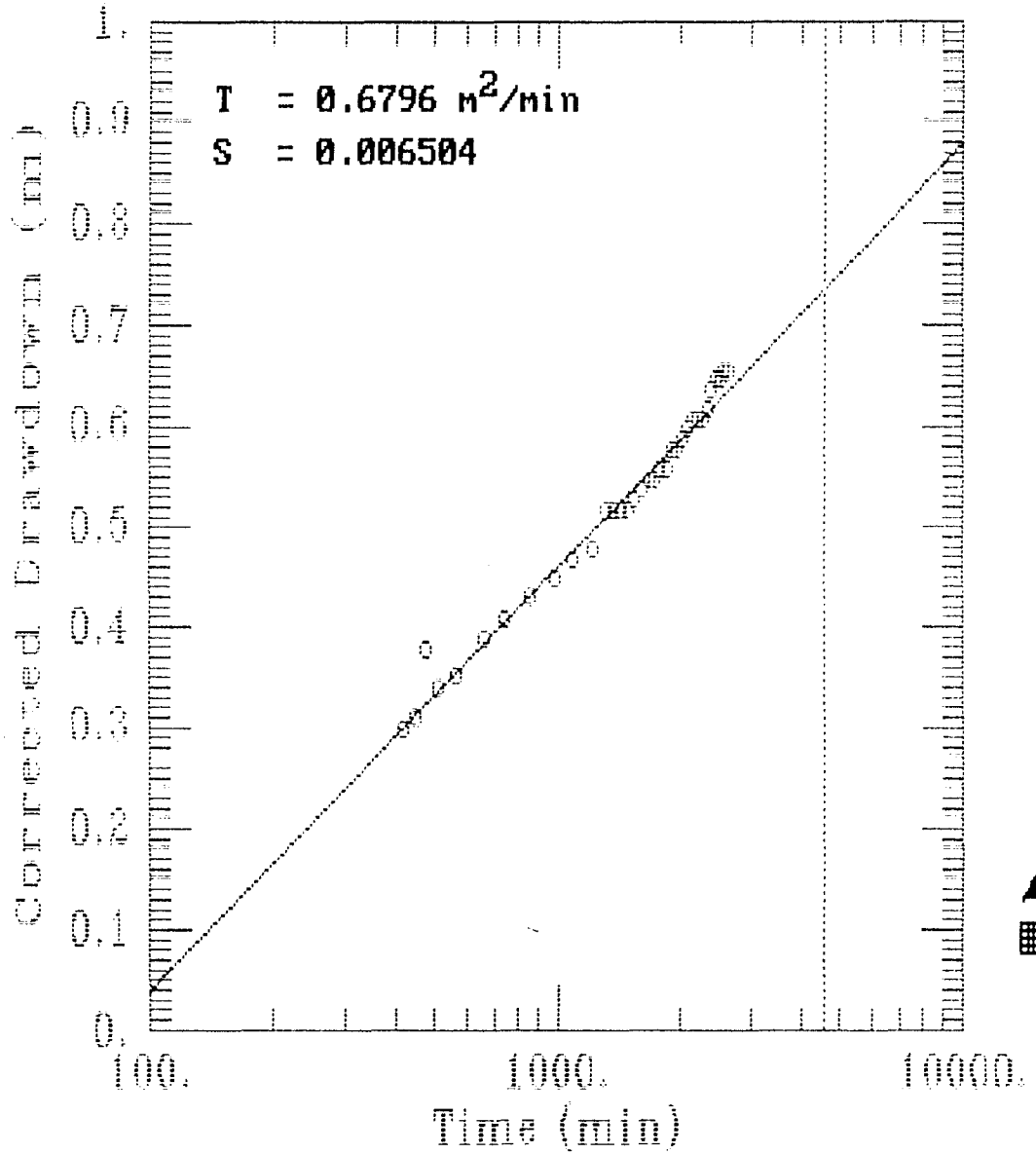



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# Puntera S-39. Metodo Jacob

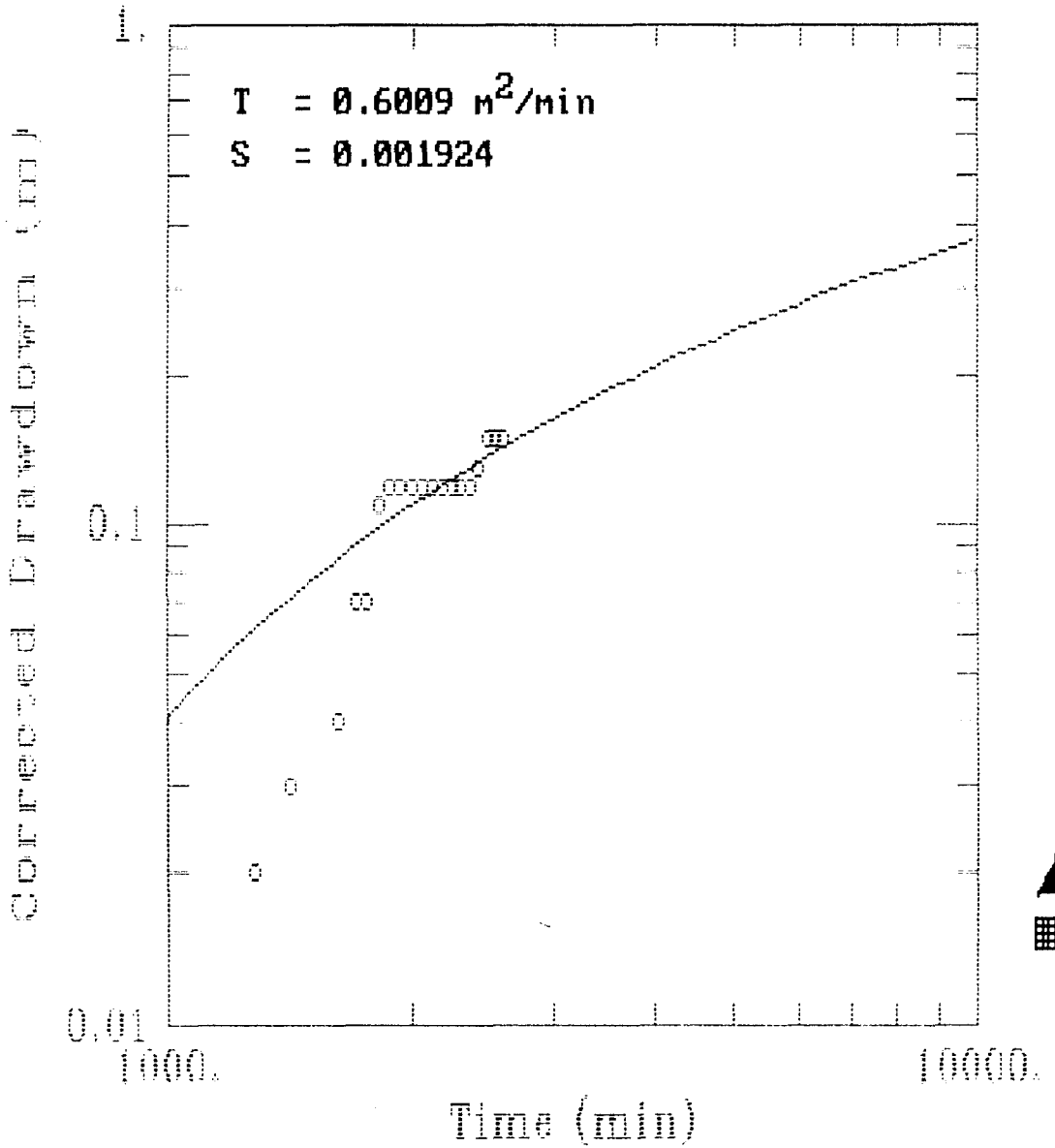



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# Puntera Yuma 5. Metodo Theis

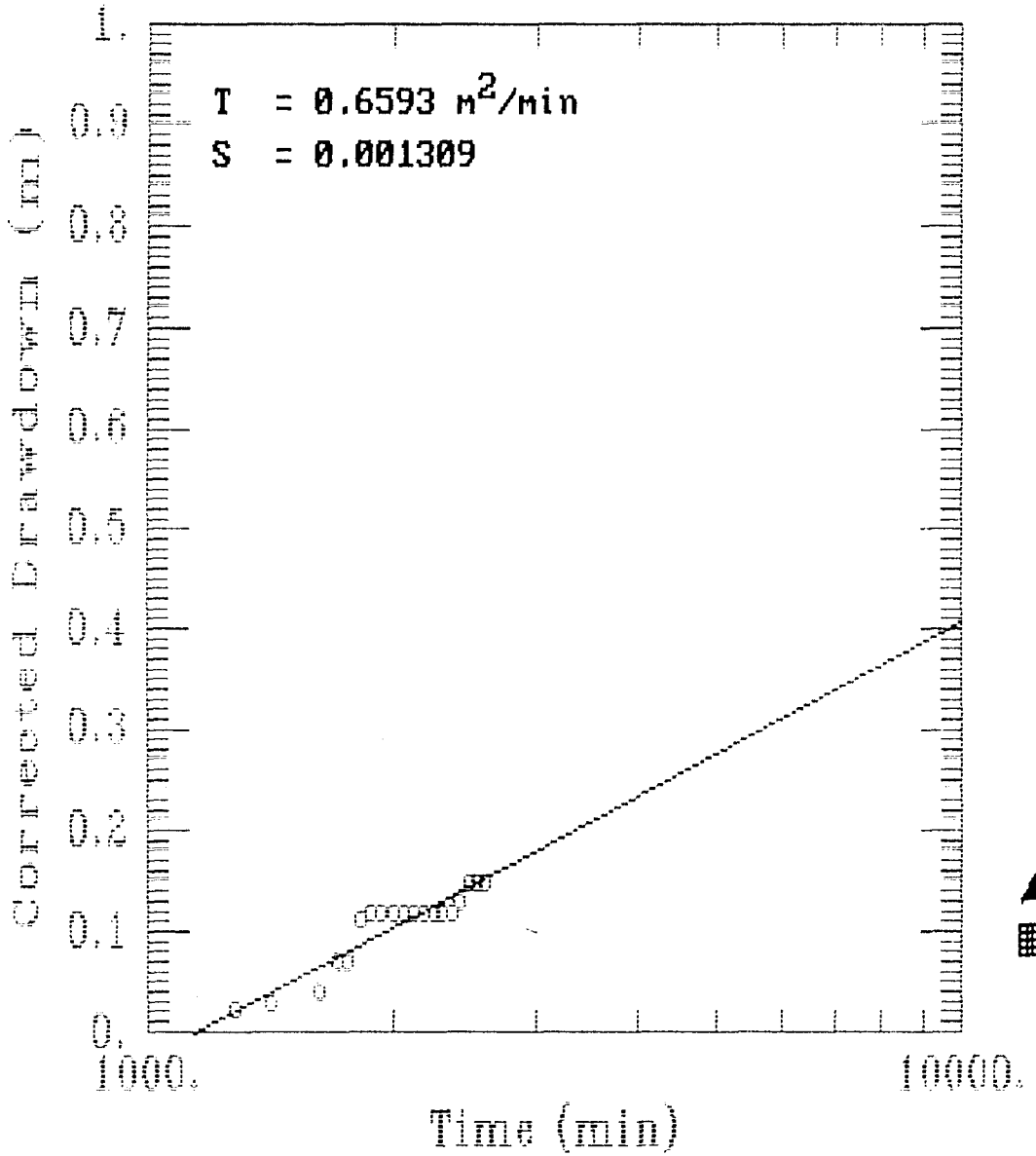



AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# Puntera Yuma 5, Metodo Jacob




AQTESOLV

GERAGHTY & MILLER, INC.

Modeling Group

# ANEXO

## Resultados de análisis químicos

# Pozo Yuma 4

DICTUC S.A.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
Laboratorio Químico de Análisis de Aguas y Riles

CERTIFICADO Nº 015409

FECHA 18 NOV 1996

## IDENTIFICACION

| | | |
|---|---|---|
| Muestra | : | Agua |
| Nº interno Laboratorio | : | M-2516 |
| Fecha de recepción | : | 14-10-96 |
| Tipo de Análisis | : | Físico Químico. (Norma de Agua Potable). |
| Identificación | : | Pozo Yuma 4. |
| Solicitado por | : | SQM S.A. At.: Sr. Juan Molina. |

## RESULTADOS

1. Parámetros físicos indicados en norma N.Ch.409/1.Of 84

| | | ValorMedido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Turbiedad (UNT) | : | 1,1 | 5 |
| Color verdadero (Pt-Co) | : | 10 | 20 |
| Olor | : | Inodora | Inodora |
| Sabor | : | No Pasa Prueba | Insípida |

2. Parámetros químicos indicados en norma N.Ch.409/1.Of 84

| | | Valor Medido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Amoníaco (mg N/l) | : | < 0,01 | 0,25 |
| Arsénico (mg /l) | : | 0,30 | 0,05 |
| Cadmio (mg /l) | : | 0,012 | 0,01 |
| Cianuro (mg /l) | : | < 0,05 | 0,20 |
| Cloruro (mg/l) | : | 2783 | 250,0 |
| Cobre (mg /l) | : | 0,02 | 1,0 |
| Compuestos fenólicos (mg /l) | : | < 0,001 | 0,002 |
| Cromo hexavalente (mg /l) | : | < 0,01 | 0,05 |
| Detergentes (mg SAAM/l) | : | < 0,05 | 0,5 |
| Flúor (mg /l) | : | 0,61 | 1,5 |

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 306 - Correo 22
Fono: 5536589 - 6864874 - 6864219 - 5521666
Fax: 6865806 - 6865876
Santiago - Chile

AGH./gn.

DICTUC S.A.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
Laboratorio Químico de Análisis de Aguas y Riles

CERTIFICADO Nº 015409

FECHA 18 NOV 1996

(Hoja Nº 2)(M-2516)

| | | Valor Medido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Hierro total (mg/l) | : | 0,11 | 0,3 |
| Magnesio (mg /l) | : | 71,15 | 125,0 |
| Manganeso (mg /l) | : | < 0,01 | 0,1 |
| Mercurio (mg /l) | : | < 0,001 | 0,001 |
| Nitratos (mg N/l) | : | 1,30 | 10,0 |
| Nitritos (mg N/l) | : | < 0,05 | 1,0 |
| Plomo (mg/l) | : | 0,44 | 0,05 |
| Residuos sólidos disueltos (mg/l) | : | 8568 | 1000,0 |
| Selenio (mg/l) | : | < 0,005 | 0,01 |
| Sulfatos (mg/l) | : | 2146 | 250,0 |
| Zinc (mg/l) | : | 0,05 | 5,0 |
| pH | : | 7,4 | 6,0-8,5 |

3.- Parámetros Bacteriológicos indicados en la Norma.

| | | |
|---|---|---|
| Coliformes Fecales (NMP/100 ml) | : | < 1 |
| Coliformes Totales (NMP/100ml) | : | < 1 |

## OBSERVACIONES

1. La muestra fue tomada por el cliente, quien se responsabiliza por la exacta identificación de ella.

DIRECTOR
DICTUC S.A.

JOSE FRANCISCO MUÑOZ P
Jefe Depto
Ingeniería Hidráulica y Ambiental

VLADIMIR MARIANOV K.
DICTUC S.A.

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 306 - Correo 22
Fono: 5536589 - 6864874 - 6864219 - 5521666
Fax: 6865806 - 6865876
Santiago - Chile

AGH./ign.

# Pozo Yuma 7

010659

CERTIFICADO Nº

17 OCT 1996

FECHA

DICTUC S.A.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
Laboratorio Químico de Análisis de Aguas y Riles

## IDENTIFICACION

| | | |
|---|---|---|
| Muestra | : | Agua |
| Nº interno Laboratorio | : | M-1950 |
| Fecha de recepción | : | 04-09-96 |
| Tipo de Análisis | : | Físico Químico. (Norma de Agua Potable). |
| Identificación | : | Pozo Yuma 7. |
| Solicitado por | : | SQM S.A. At.: Sr. Juan Molina. |

## RESULTADOS

1. Parámetros físicos indicados en norma N.Ch.409/1.Of 84

| | | ValorMedido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Turbiedad (UNT) | : | 0,41 | 5 |
| Color verdadero (Pt-Co) | : | < 5 | 20 |
| Olor | : | Inodora | Inodora |
| Sabor | : | No Pasa Prueba | Insípida |

2. Parámetros químicos indicados en norma N.Ch.409/1.Of 84

| | | Valor Medido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Amoníaco (mg N/l) | : | < 0,01 | 0,25 |
| Arsénico (mg /l) | : | 0,401 | 0,05 |
| Cadmio (mg /l) | : | 0,023 | 0,01 |
| Cianuro (mg /l) | : | < 0,05 | 0,20 |
| Cloruro (mg/l) | : | 2051 | 250,0 |
| Cobre (mg /l) | : | 0,02 | 1,0 |
| Compuestos fenólicos (mg /l) | : | < 0,001 | 0,002 |
| Cromo hexavalente (mg /l) | : | 0,01 | 0,05 |
| Detergentes (mg SAAM/l) | : | < 0,05 | 0,5 |
| Flúor (mg /l) | : | < 0,1 | 1,5 |

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 306 - Correo 22
Fono: 5536589 - 6864874 - 6864219 - 5521666
Fax: 6865806 - 6865876

AGH./gn.

DICTUC S.A.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
Laboratorio Químico de Análisis de Aguas y Riles

CERTIFICADO Nº 010659

FECHA 17 OCT 1996

(HOJA Nº 2)(M-1950)

| | | Valor Medido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Hierro total (mg/l) | : | 0,07 | 0,3 |
| Magnesio (mg /l) | : | 66,7 | 125,0 |
| Manganeso (mg /l) | : | < 0,01 | 0,1 |
| Mercurio (mg /l) | : | < 0,001 | 0,001 |
| Nitratos (mg N/l) | : | < 0,1 | 10,0 |
| Nitritos (mg N/l) | : | < 0,05 | 1,0 |
| Plomo (mg/l) | : | 0,29 | 0,05 |
| Residuos sólidos disueltos (mg/l) | : | 7476 | 1000,0 |
| Selenio (mg/l) | : | < 0,005 | 0,01 |
| Sulfatos (mg/l) | : | 2742 | 250,0 |
| Zinc (mg/l) | : | 0,05 | 5,0 |
| pH | : | 6,9 | 6,0-8,5 |

## OBSERVACIONES

1. La muestra fue tomada por el cliente, quien se responsabiliza por la exacta identificación de ella.

DEPARTAMENTO DE ING. HIDRAULICA Y AMBIENTAL DICTUC S.A.

JOSE FRANCISCO MUÑOZ P
Jefe Depto
Ingeniería Hidráulica y Ambiental

VLADIMIR MARIANOV K.
DICTUC S.A.

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 306 - Correo 22
Fono: 5536589 - 6864874 - 6864219 - 5521666
Fax: 6865806 - 6865876
Santiago - Chile

AGH./gn.

# Pozo Andrea

DICTUC S.A.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
Laboratorio Químico de Análisis de Aguas y Riles

CERTIFICADO Nº 015406

FECHA 18 NOV 1996

## IDENTIFICACION

| | | |
|---|---|---|
| Muestra | : | Agua |
| Nº interno Laboratorio | : | M-2515 |
| Fecha de recepción | : | 14-10-96 |
| Tipo de Análisis | : | Físico Químico. (Norma de Agua Potable). |
| Identificación | : | Pozo Andrea. |
| Solicitado por | : | SQM S.A. At.: Sr. Juan Molina. |

## RESULTADOS

1. Parámetros físicos indicados en norma N.Ch.409/1.Of 84

| | | Valor Medido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Turbiedad (UNT) | : | 0,48 | 5 |
| Color verdadero (Pt-Co) | : | 30 | 20 |
| Olor | : | Inodora | Inodora |
| Sabor | : | No Pasa Prueba | Insípida |

2. Parámetros químicos indicados en norma N.Ch.409/1.Of 84

| | | Valor Medido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Amoníaco (mg N/l) | : | < 0,01 | 0,25 |
| Arsénico (mg /l) | : | 0,31 | 0,05 |
| Cadmio (mg /l) | : | 0,013 | 0,01 |
| Cianuro (mg /l) | : | < 0,05 | 0,20 |
| Cloruro (mg/l) | : | 2732 | 250,0 |
| Cobre (mg /l) | : | < 0,01 | 1,0 |
| Compuestos fenólicos (mg /l) | : | < 0,001 | 0,002 |
| Cromo Hexavalente (mg /l) | : | < 0,01 | 0,05 |
| Detergentes (mg SAAM/l) | : | < 0,05 | 0,5 |
| Flúor (mg /l) | : | 0,63 | 1,5 |

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 306 - Correo 22
Fono: 5536589 - 6864874 - 6864219 - 5521666
Fax: 6865806 - 6865876
Santiago - Chile

AGH./ign.

DICTUC S.A.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
Laboratorio Químico de Análisis de Aguas y Riles

CERTIFICADO Nº 015406

FECHA 18 NOV 1996

(Hoja Nº 2)(M-2515)

| | | Valor Medido | Límite Máximo |
|---|---|---|---|
| Hierro total (mg/l) | : | 0,07 | 0,3 |
| Magnesio (mg /l) | : | 62,52 | 125,0 |
| Manganeso (mg /l) | : | < 0,01 | 0,1 |
| Mercurio (mg /l) | : | < 0,001 | 0,001 |
| Nitratos (mg N/l) | : | < 0,1 | 10,0 |
| Nitritos (mg N/l) | : | < 0,05 | 1,0 |
| Plomo (mg/l) | : | 0,44 | 0,05 |
| Residuos sólidos disueltos (mg/l) | : | 8485 | 1000,0 |
| Selenio (mg/l) | : | < 0,005 | 0,01 |
| Sulfatos (mg/l) | : | 2043 | 250,0 |
| Zinc (mg/l) | : | 0,06 | 5,0 |
| pH | : | 7,3 | 6,0-8,5 |

3.- Parámetros Bacteriológicos indicados en la Norma.

| | | |
|---|---|---|
| Coliformes Fecales (NMP/100 ml) | : | < 1 |
| Coliformes Totales (NMP/100ml) | : | < 1 |

**OBSERVACIONES**

1. La muestra fue tomada por el cliente, quien se responsabiliza por la exacta identificación de ella.

JOSE FRANCISCO MUÑOZ P.
Jefe Depto
Ingeniería Hidráulica y Ambiental

DIRECTOR
DICTUC S.A.

VLADIMIR MARIANOV K.
DICTUC S.A.

Vicuña Mackenna 4860
Casilla 306 - Correo 22
Fono: 5536589 - 6864874 - 6864219 - 5521666
Fax: 6865806 - 6865876
Santiago - Chile

AGH./ign.

CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS
3 5617 00009 3823