

**EL ESTUDIO
DEL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL AGUA SUBTERRÁNEA
EN LA SABANA DE BOGOTÁ,
EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME FINAL
INFORME SOPORTE**

PARTE 9

**ESTUDIO PILOTO PARA LA RECARGA
ARTIFICIAL DE AGUA SUBTERRANEA**

**Informe Final
(Informe Soporte)**

Parte 9 Estudio Piloto para la Recarga Artificial de Agua Subterránea

Tabla de Contenido

	Pag
Tabla de Contenido	i
Lista de Tablas y Figuras	ii
	Pag
CAPITULO 1 SITIO PARA EL ESTUDIO PILOTO	9-1
1.1 Recarga y Monitoreo de Pozo	9-2
1.2 Procedimiento del Estudio Piloto	9-2
1.3 Cuidados que se deben tener en la construcción de las instalaciones del Estudio Piloto	9-4
CAPITULO 2 RESULTADO DE LA PRUEBA DE RECARGA	9-5
CAPITULO 3 CONSIDERACIÓN SOBRE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RECARGA	9-5

Lista de Tablas y Figuras

	(Pag)
Tabla 1.1 Condición geológica del Pozo de Vitelma	9-2
Tabla 2.1 Resultado de la Recarga Artificial	9-5
Figura-1.1 Ciclo de Observación del Estudio Piloto	9-4
Figura-3.1 Instalaciones para el estudio piloto.	9-6
Figura-3.2 Resultados del Estudio Piloto	9-7

PARTE - 9 ESTUDIO PILOTO PARA LA RECARGA ARTIFICIAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

Mediante el almacenamiento artificial en el subsuelo, del agua de superficie sobrante, es posible hacer una reserva en el subsuelo para usar el agua allí almacenada. Permite al mismo tiempo, desarrollar y conservar un recurso de agua subterránea. Un estudio piloto para la recarga artificial debe ser implementado con la inyección de agua en un pozo, para aclarar esta posibilidad, los problemas de la recarga artificial, y recolectar la información básica para formular un plan de un proyecto de recarga artificial.

CAPITULO 1 Sitio para el Estudio Piloto

En la Fase-I el Equipo JICA propuso cuatro sitios para el estudio piloto de recarga artificial.

1. Vitelma
2. La Aguadora
3. La Salle
4. Subachoque

Los sitios del 1 al 3 están localizados en el pie de los Cerros Orientales. Por otro lado, el sitio 4 está localizado en el Cuaternario en la parte occidental de la Sabana de Bogotá. El objetivo de la recarga artificial en los tres primeros sitios es la formación cretácea, y la cuaternaria en el cuarto sitio. Tanto el Cretáceo como el Cuaternario son importantes para la recarga artificial. Sin embargo, parece que el Cretáceo es más importante que el Cuaternario para la recarga artificial. Por lo tanto, el estudio piloto para la recarga artificial de la formación cretácea se implementará en este estudio. Las razones por las cuales los sitios del 1 al 3 fueron propuestos como sitios para el estudio piloto, se indican en la siguiente lista:

- Los sitios del 1 al 3 están localizados en el pie de los Cerros Orientales donde se distribuye la formación cretácea.
- Los sitios del 1 al 3 están localizados cerca de las corrientes de la montaña, donde es fácil conseguir agua limpia de recarga.
- Los sitios del 1 al 3 están localizados en predio de la EAAB. Por lo tanto no hay problema en la adquisición de las tierras.

De los sitios propuestos del 1 al 3, el sitio 1, Vitelma, fue finalmente seleccionado como el sitio para el estudio piloto. Las razones se explican a continuación:

- El río San Cristóbal fluye en las cercanías del sitio de Vitelma, allí es posible conseguir agua suficiente durante el período del estudio piloto.
- Existe una laguna de sedimentación propiedad de la EAAB en el sitio de Vitelma. Por lo tanto, es fácil conseguir agua limpia para el estudio piloto.
- Como lo muestra el pozo La Salle, el cual fue saltante, las áreas de 2.600 m de altitud como el sitio La Salle no son recomendadas para la implementación del estudio piloto debido a la posibilidad de que el pozo sea saltante. Por el contrario, el sitio de Vitelma está localizado a 2.800 m de altitud. Parece no existir la posibilidad de que esto ocurra y es adecuado para el estudio.

El procedimiento del Estudio Piloto (prueba de recarga artificial) es el que sigue a

continuación.

1.1 Recarga y Monitoreo de Pozo

La EAAB perforó dos pozos en el sitio de Vitelma, un pozo para recarga artificial y el otro para observación. La condición geológica de los pozos es mostrada en la Tabla-1.1.

Tabla 1.1 condición geológica del Pozo de Vitelma

Pozo	Profundidad (m)	Diámetro	S.W.L.	Geología	Profundidad (m)	Composición rocosa
Pozo de recarga	300m	8 pulg.	GL-6.63m	deposito coluvial	0-22	Grava, arena, légamo
				Formación Labor Tierna	22-180	Arenosa con alternación dominante de arena normal y fina
				Formación Chipaque	180-300	Arena fina
Pozo de monitoreo	240m	4 pulg.	GL - 6.84m	deposito Coluvial	0-36	Grava, arena, légamo
				Formación Labor Tierna	36-188	Arenosa con alternación dominante de arena normal y fina
				Formación Chipaque	188-240	Arena fina

Nota: La S.W.L. del pozo de monitoreo es del nivel de tierra del pozo de recarga.

De acuerdo a la prueba de bombeo en los pozos de Vitelma, la capacidad específica de recarga del pozo es de 62m²/día, lo cual muestra una alta capacidad de producción de este pozo. La distancia entre los dos pozos es de 120m y la influencia de bombeo de recarga del pozo fue observada en el monitoreo del pozo dentro de solamente 15 minutos después del bombeo. Este resultado muestra que la respuesta entre los pozos del acuífero Cretáceo es muy rápida debido a la alta limitación del acuífero cretáceo. Por ello, se espera que el efecto de la recarga artificial vaya a viajar más rápido hacia los pozos de los alrededores.

1.2 Procedimiento del Estudio Piloto

El procedimiento para el Estudio Piloto (prueba de recarga artificial) es como sigue:

- La EAAB actualmente está perforando dos pozos en el sitio de Vitelma. El Equipo del estudio realizaría el estudio piloto con estos dos pozos. Un pozo como pozo de recarga con una profundidad planeada entre 250-300 metros, el otro pozo como pozo de observación con la misma profundidad planeada para el pozo de recarga.
- En el estudio piloto, la posible tasa de recarga al interior del pozo de recarga fue evaluada, y la influencia de la recarga artificial sobre los acuíferos vecinos, fue observada mediante el pozo de observación. La distancia entre el pozo de recarga y el pozo de observación es casi 150 m.
- El agua bombeada desde la laguna de asentación fue inyectada dentro del pozo de recarga. Fue construido un tanque de concreto con un volumen de 400 m³ cerca al pozo de recarga, y el agua bombeada fue enviada a dicho tanque. El tanque y el pozo de recarga fueron conectados por tubería, y el agua del tanque

entró en el pozo de recarga por gravedad. Luego el agua de recarga penetró dentro del acuífero profundo a través del filtro del pozo. El diseño del tanque y sistema de recarga es mostrado en la Figura 1.1.

- La tasa de recarga fue medida mediante la observación del descenso del nivel dentro del tanque de concreto. Al mismo tiempo, fue medida la tasa de recarga mediante un medidor de flujo instalado en la tubería que conecta el tanque de concreto al pozo de recarga. El ciclo de observación se muestra en la Figura-2.
- El pozo de la Salle y el Pozo de Suba, los cuales fueron perforados por la EAAB, están localizados en las Colinas orientales y tiene el mismo acuífero que el sitio de Vitelma. Comparando la capacidad específica de estos pozos con la del pozo de Vitelma, el resultado del Estudio Piloto puede ser aplicado a los dos sitios mencionados.
- La influencia de la recarga artificial en los acuíferos vecinos será investigada mediante la observación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación. Por lo tanto, el filtro del pozo de observación debe ser instalado para el mismo acuífero del pozo de recarga.
- Se anticipó que la tasa de recarga disminuiría con el tiempo. La disminución en la tasa de recarga se juzga a partir de la velocidad de descenso del nivel en el tanque de concreto.
- Cuando la velocidad de recarga decreció hasta el mismo punto, (¿?) la recarga de agua fue detenida. Entonces fue instalada una bomba dentro del pozo de recarga para realizar una prueba de bombeo. Mediante esta prueba, el sedimento que obstruye el pozo de recarga fue removido. La prueba de bombeo fue continuada por un lapso de 1 a 7 días. Después de la prueba de bombeo, se reanudó la prueba de recarga de agua.

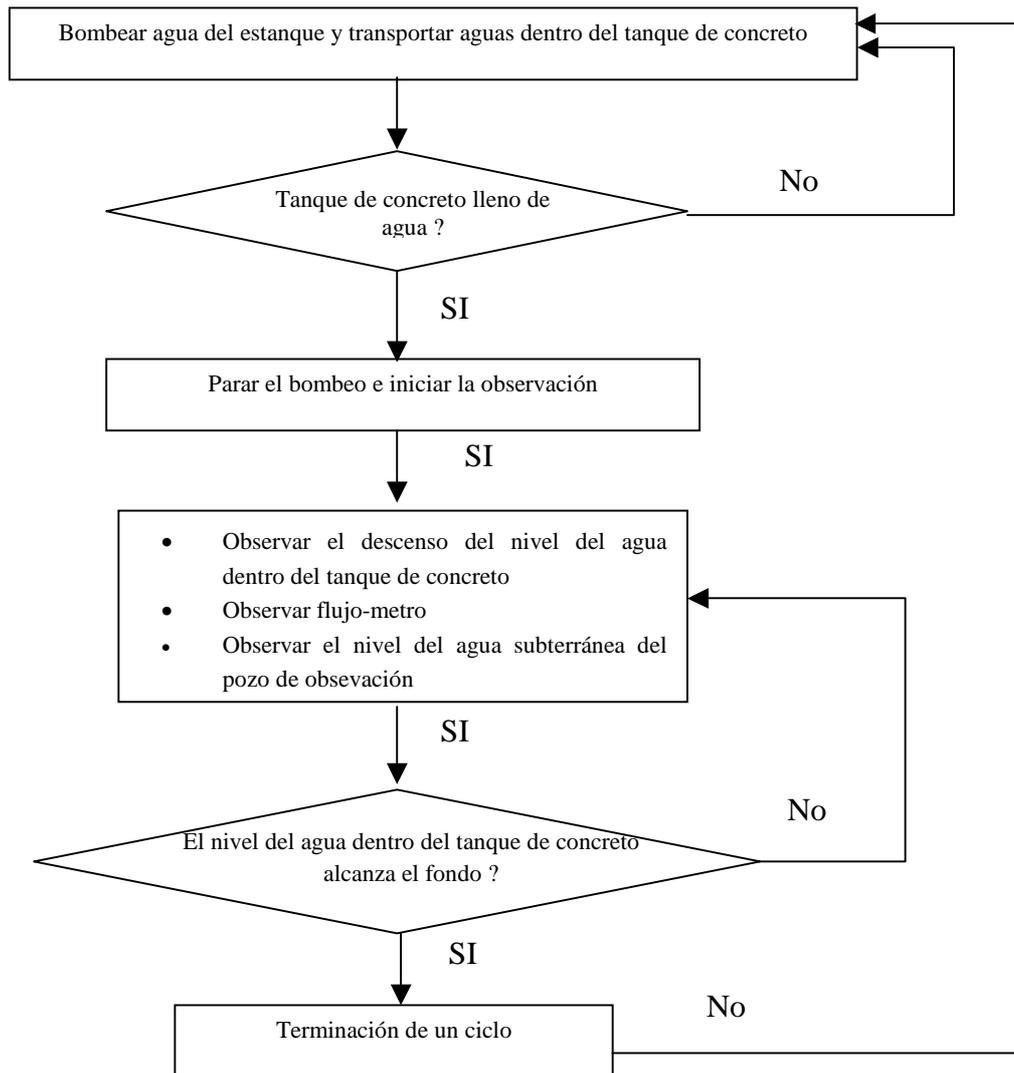


Figura-1.1 Ciclo de Observación del Estudio Piloto

1.3 Cuidados que se deben tener en la construcción de las instalaciones del Estudio Piloto

- Fue construido un tanque de concreto con un techo para evitar la entrada de plantas a la piscina. Las plantas en el agua de recarga originan bacterias que crecen cubriendo el filtro del pozo y el acuífero alrededor del filtro. Esto resulta en una disminución de la tasa de recarga.
- Fue instalado un filtro de pozo en el fondo del tanque de concreto, y el agua dentro del tanque de concreto fluyó dentro del filtro. El agua del río se limpió dentro de la laguna de sedimentación, luego esta agua fue enviada al tanque de concreto. Adicionalmente a la asentación en la laguna, el filtro dentro del tanque de concreto de nuevo removió el sedimento en el agua para hacerla más limpia.

CAPITULO 2 Resultado de la Prueba de Recarga

Un ejemplo del resultado del Estudio Piloto es mostrado en la Figure-3.2. La Figura-3.2 muestra la fluctuación del nivel de agua subterránea dentro de la recarga del pozo durante la inyección de agua, desde el 16 hasta el 26 de Noviembre del año 2002. Este resultado esta resumido en la Tabla 2.1.

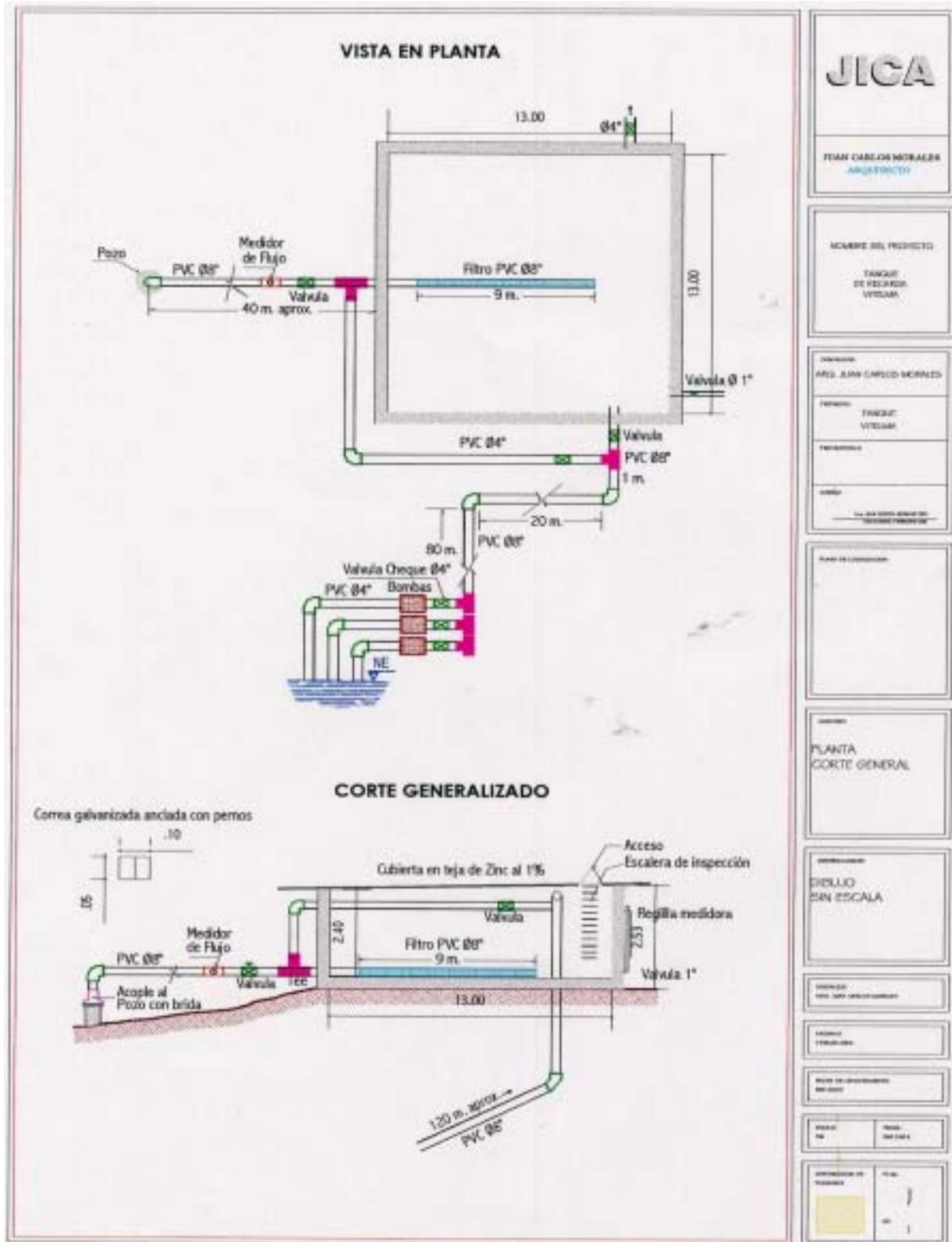
Tabla 2.1 Resultado de la Recarga Artificial

Velocidad de inyección	Presión de la inyección	inyección específica	Capacidad específica en la prueba de bombeo
864 m ³ /día	8.41 m	103 m ² /día	69 m ² /día (velocidad de bombeo 1,296 m ³ /día)

CAPITULO 3 Consideración sobre los Resultados de la Prueba de Recarga

La eficiencia de la recarga artificial es evaluada desde la inyección específica (= velocidad de inyección / incremento del nivel de agua subterránea del pozo). La inyección específica tiene casi el mismo significado de la capacidad específica, la primera muestra la capacidad de inyección y la segunda muestra la capacidad de bombeo. La inyección específica decrecerá a medida que la velocidad se incremente. La inyección específica de 103m²/día en la tabla 1 es para la velocidad de inyección de 864m³/día. Del Estudio Piloto se probó que el valor de la inyección específica es más que eso de la capacidad específica de la prueba de bombeo.

Se espera que la eficiencia de la recarga artificial del pozo disminuya a medida que la inyección continúe. La velocidad de inyección esta hasta ahora disminuyendo de 1.300 a 864m³/día. Esto es debido a la obstrucción del acuífero de pozo de recarga circundante. Sin embargo, la velocidad de inyección se va a recobrar por medio del bombeo.



JICA			
ITAN CARLOS MORALES ARQUITECTO			
NOMBRE DEL PROYECTO			
TANQUE DE FILTRACION VITOLAN			
AUTORIA			
ING. JUAN CARLOS MORALES			
PROYECTO			
TANQUE DE FILTRACION VITOLAN			
FECHA			
15 DE ABRIL DEL 2008			
LUGAR DE CONSTRUCCION			
VITOLAN			
PLANTA			
CORTE GENERAL			
DESCRIPCION			
DIBUJO SIN ESCALA			
AUTORIA			
ING. JUAN CARLOS MORALES			
PROYECTO			
TANQUE DE FILTRACION VITOLAN			
FECHA			
15 DE ABRIL DEL 2008			
LUGAR DE CONSTRUCCION			
VITOLAN			
PLANTA			
CORTE GENERAL			
DESCRIPCION DE MATERIAL			
<table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>			

Figura-3.1 Instalaciones para el estudio piloto.

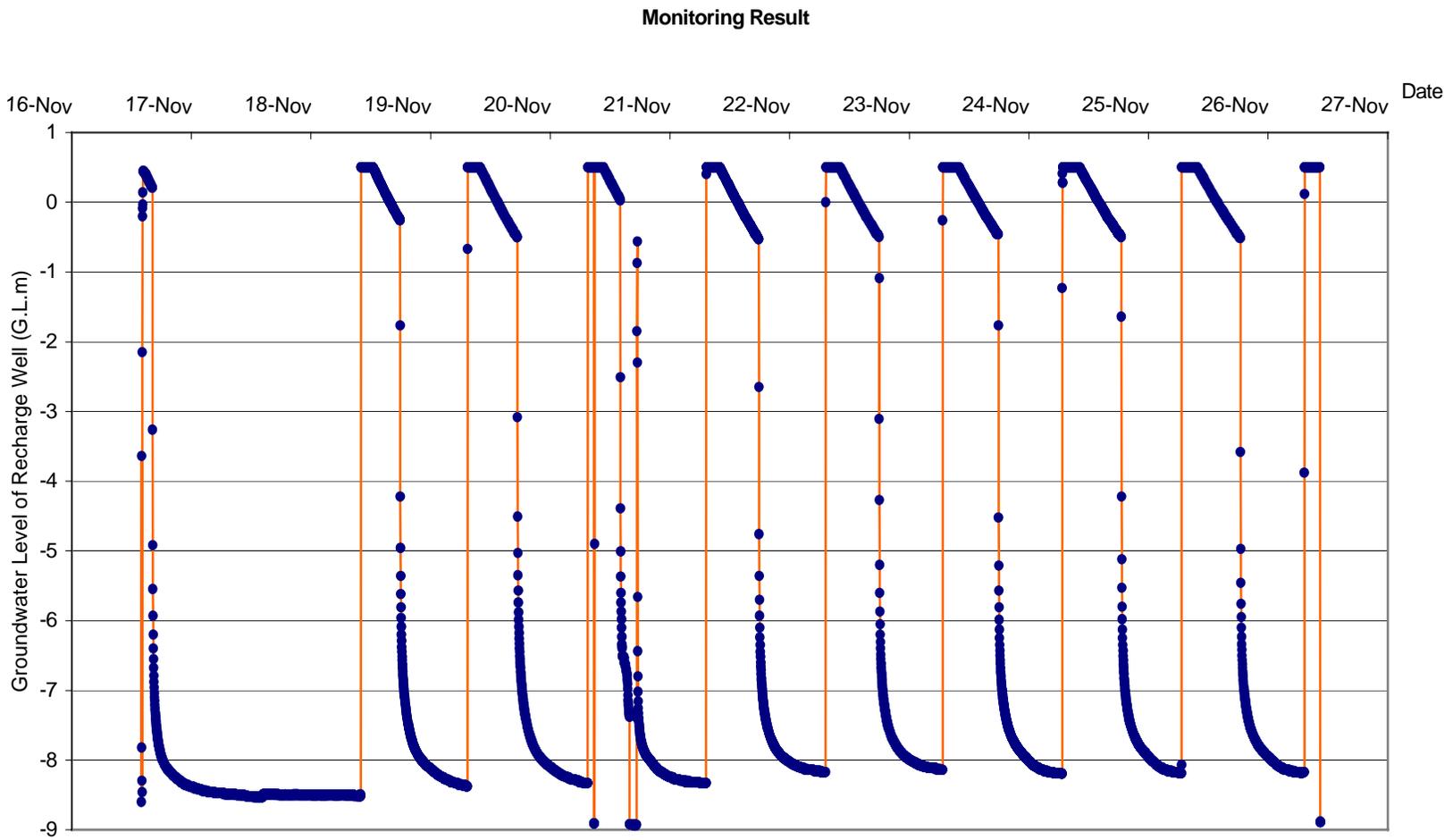


Figura-3.2 Resultados del Estudio Piloto