



VOLUMEN III

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

ANEXO 6: Evaluación Económica, Análisis de Costos y Beneficios

ANEXO 7: Documentos Institucionales

Oficina de Proyectos de Afianzamiento Hídrico
INTENDENCIA DE RECURSOS HÍDRICOS

RECARGA ARTIFICIAL DE LOS ACUÍFEROS DE LA CUENCA DEL RÍO SECO

PLANTEAMIENTOS CONCEPTUALES

1. INTRODUCCIÓN:

La historia de la humanidad está llena de proyectos para aprovechar los recursos hídricos superficiales, en gran parte por medio de presas, depósitos y obras de derivación; sin embargo, la historia de la administración de los recursos hídricos subterráneos está marcada principalmente por la falta de gestión real; cuando se ha encontrado un embalse explotable de aguas subterráneas, muchas veces se ha aprovechado sin un plan apropiado, lo que ha da lugar a numerosos problemas: el descenso de los niveles hidráulicos en los pozos como el más frecuente, trae como consecuencia un aumento en los costos de bombeo, la necesidad de reprofundizar los pozos, fuertes explotaciones e interferencias entre los pozos, lo que produce coalescencia de los conos de depresión, trayendo consigo una reducción del suministro y muchas veces deterioro de la calidad de las aguas extraídas.

Es por esto que si se pretende aprovechar toda la capacidad de un reservorio de agua subterránea es necesario conocer cual es la capacidad del mismo y cuanto es la recarga y si se pretende sostener esa producción en el tiempo e inclusive aumentarla, es necesario pensar en una alimentación artificial del mismo.

Esta alimentación artificial o más propiamente, la Recarga Artificial la podemos definir como una reposición de depósitos de agua subterránea, realizada como actividad del hombre.

1.1. Objeto y principios fundamentales

El poner agua deliberadamente en el reservorio acuífero tiene diferentes objetivos: Almacenar agua para su uso posterior, control de la invasión de las aguas de mar, control de subsidencias, eliminación de desechos y para ayudar a recuperar petróleo.

En el caso de nuestro proyecto, el problema que se pretende solucionar es recuperar y mejorar las características de las aguas del reservorio en base a una recarga de aguas de excedentes estacionales del río Pisco.

La Recarga Artificial como resultado de la presión aplicada y los volúmenes incorporados, produce en términos generales produce dos efectos: el efecto piezométrico y el volumétrico.

El efecto piezométrico tiene como resultado una elevación de la superficie piezométrica en acuíferos libres como en el de Río Seco, el cual se encuentra relacionado con los siguientes factores principales:

- Factores que crean una reacción amortiguadora expresada por una función matemática, relacionada con la forma de la superficie piezométrica, con los contornos geológicos e hidráulico del acuífero y con el tipo y la situación del dispositivo de recarga.
- Con el cociente T/C; en donde T es el coeficiente de transmisividad y C es igual al coeficiente de reposición menos el equivalente del coeficiente de almacenamiento (libre- 1 a 20 % confinado 0,5 a 0,005 %; es variable de acuerdo al nivel piezométrico en los libre).
- Rendimiento de la recarga artificial y la duración de la operación
- Otros factores como las fuerzas de capilaridad, la temperatura del agua y la presencia de burbujas de aire en el acuífero, también tienen influencia sobre el efecto piezométrico.

Es necesario un conocimiento completo y detallado de las características geológicas e hidrogeológicas de la zona para seleccionar adecuadamente el lugar y tipo de recarga. Concretamente debemos conocer:

- Contornos geológicos (límites físicos)
- Contornos hidráulicos (determinados por la presión hidrostática y la posición física de masas de agua contiguas – afloramientos, muros sumergidos en lechos hidráulicos y niveles de rebose – límites variables son los ríos, estanques, canales y drenes, interfase)
- Caudal de entrada y salida de las aguas
- Capacidad de almacenamiento (rendimiento seguro)
- Porosidad
- Conductividad hidráulica
- Transmisividad
- Recursos disponibles para la recarga
- Recarga natural
- Balance hidráulico
- Litología
- Profundidad del acuífero
- Contornos tectónicos
- Calidad físico química de las aguas (relacionado con la litología y la velocidad del movimiento de las aguas subterráneas – cambios en concentración de sólidos disueltos, intercambio catiónico y reducción de sulfatos).

El estudio del contenido químico de las aguas subterráneas es muy importante para la determinación de su origen y circulación; generalmente la concentración de constituyentes disueltos aumenta con la profundidad, la temperatura del agua y del suelo, la finura de los materiales y la distancia a las zonas de reposición. El tiempo necesario para el proceso de concentración por disolución está en proporción con la subsaturación de los principales iones en el agua; por consiguiente, la concentración total de sólidos disueltos es, en primera aproximación,

una función parabólica del tiempo de contacto del agua con el acuífero y por lo tanto, está relacionada con la longitud de los caminos del flujo del agua.

Ciertos materiales de los acuíferos tienen la propiedad de absorber e intercambiar sus constituyentes solubles con los contenidos de las aguas subterráneas; este fenómeno se conoce como “intercambio catiónico” y se produce principalmente en ciertos minerales arcillosos, afectando a las proporciones características de metales en solución y en particular a las razones K/Na, Na/Mg y Mg/Ca.

Ciertas anomalías hidrogeoquímicas deben considerarse cuidadosamente; por ejemplo el componente iónico en los sulfatos puede ser muy pequeño o incluso nulo, mientras que el contenido de hidrosulfito, sulfuro e hiposulfito puede ser muy grande, debido a la presencia de una gran cantidad de material orgánico en el acuífero. La presencia de sulfitos, azufre y sulfuro de hidrógeno en el agua es frecuentemente indicio de contaminación. Se supone que la reducción de sulfatos, en la mayoría de los casos, es debida a la acción de microorganismos anaerobios específicos que existen en aguas dulces y moderadamente salobres.

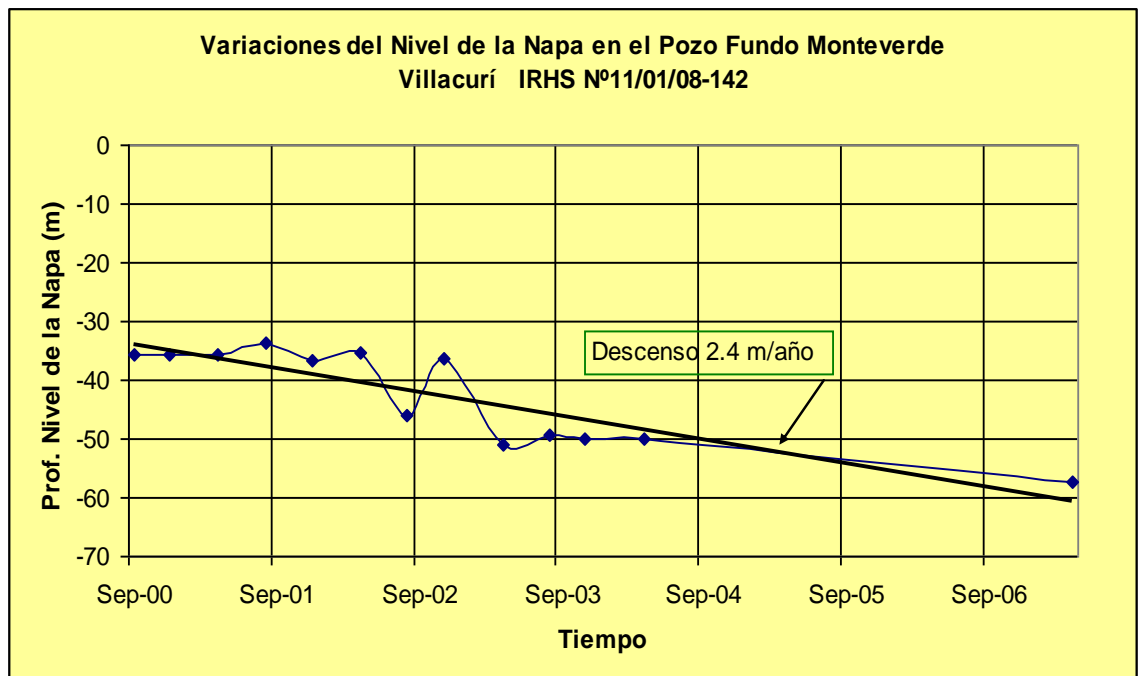
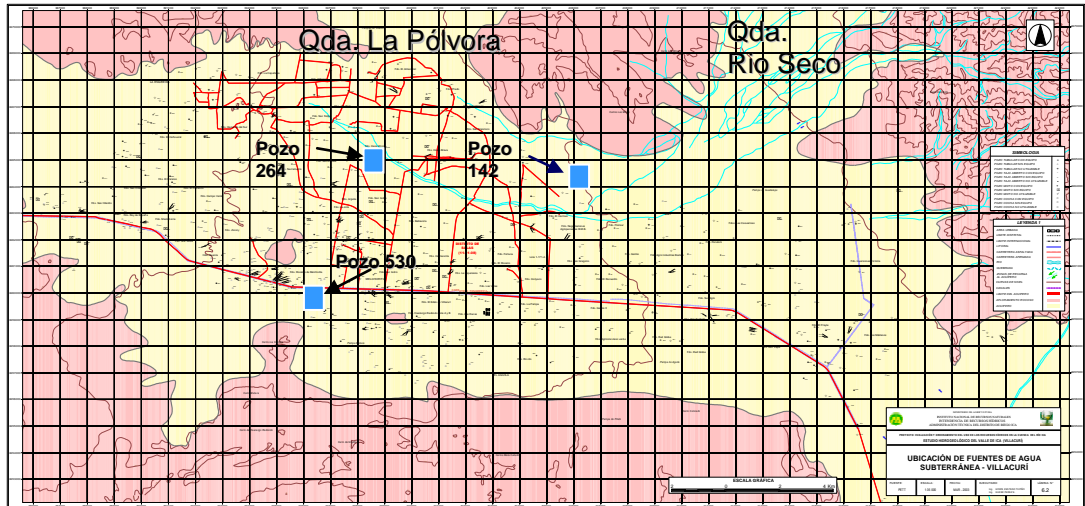
El conocimiento del contenido químico de las AS y de las formaciones acuíferas es esencial para seleccionar el proceso de tratamiento apropiado para las aguas de recarga, pudiendo ser necesario realizar precipitación, oxigenación o esterilización para proteger los terrenos de infiltración o los pozos de inyección contra la obstrucción y para aumentar la eficiencia de la renovación.

1.2. Parámetros y valores considerados para el diseño.

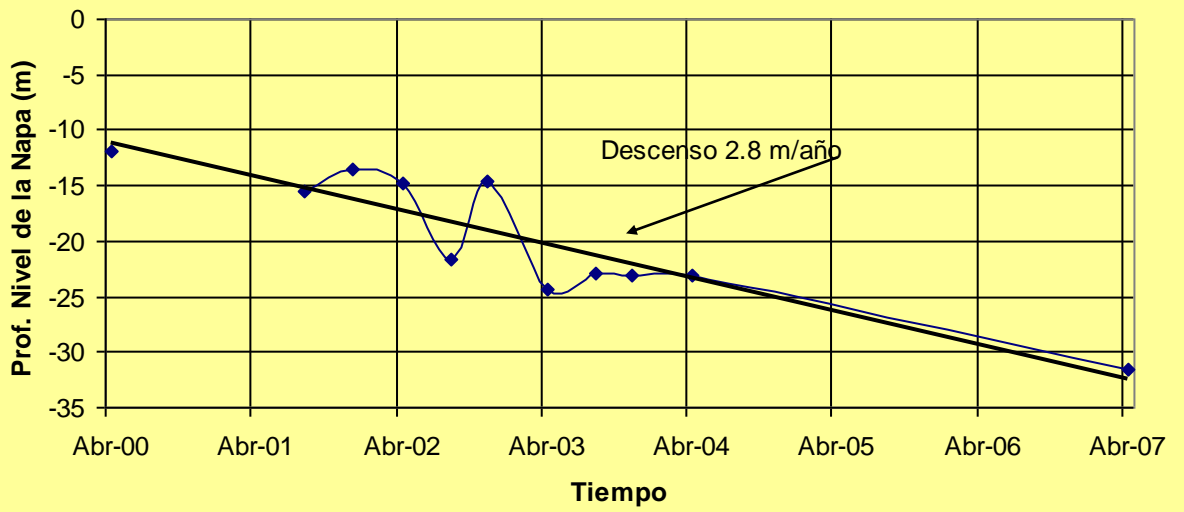
De la información analizada que se presenta en el Anexo I (Evaluación y Análisis), se elaboró un Modelo inicial para la zona de Villacurí (Simulación de la Recarga Artificial-Villacurí- H. Cruz ago.2007) específicamente, dado la información con la que se contaba, para el cual se tomaron los siguientes parámetros:

- Superficie total del acuífero: 366 km²
- Espesor total del acuífero: entre 60 y 230 m
- Espesor saturado: de 20 a 180 m
- Transmisividad: 1,5 a 4,3 x 10⁻² m²/s
- Permeabilidad: 0,8 a 6 x 10⁻³ m/s
- Coeficiente de almacenamiento: 0,3 a 9 %
- Profundidad de la napa: de < 5 metros hasta 100 m
- Profundidad pozos tubulares: 70 a 160 m
- Rendimiento de los pozos de < 20 a 85 l/s
- Total de pozos 681
- Explotación al 2002: 90,56 MMC (2,9 m³/s)
- Explotación al 2006: 126 MMC (4 m³/s)

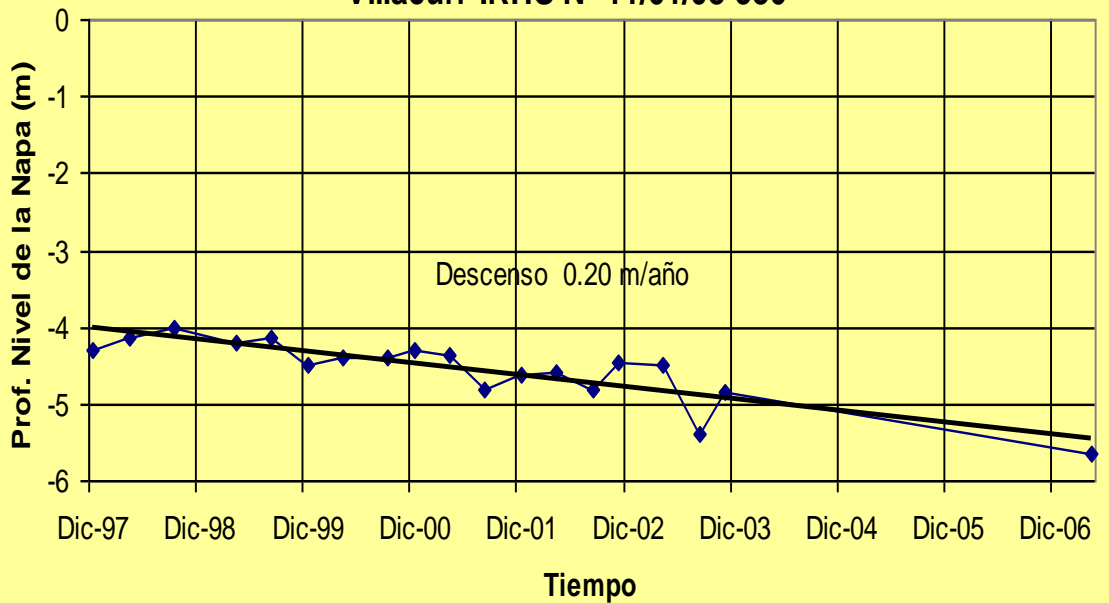
Una vez desarrollado el modelo, se tomaron tres pozos de referencia en los cuales se extrapolaron los valores de evolución de la napa, las cuales se muestran en los siguientes gráficos:



**Variaciones del Nivel de la Napa en el Pozo Fdo casa Chica
Villacurí IRHS N° 11/01/08-264**



**Variaciones del Nivel de la Napa en el Pozo Pampa Mатуca
Villacurí IRHS N° 11/01/08-530**



La simulación de recarga consistió en representar numéricamente el funcionamiento del sistema acuífero para varios escenarios de recarga y de explotación.

En el siguiente Cuadro, se presentan los resultados en los niveles piezométricos de tres pozos utilizados, ante recargas de 50, 100 y 200 MMC utilizando como áreas de recarga el cauce antiguo de Río Seco y la Qda. La Póvora.

El Modelo Preliminar ha permitido determinar algunos aspectos importantes a este nivel de estudio:

- Se ha determinado que es factible controlar el estado de sobre explotación del acuífero a través de la Recarga Artificial.
- Una recarga de 100 MMC/año ($3,2 \text{ m}^3/\text{s}$) en el sector del cauce superior del río Seco permitirá la recuperación progresiva del nivel de la napa e incrementar la disponibilidad del agua subterránea de 4 a 5 m^3/s (157,7 MMC/año)
- Si la recarga se aplica a dos zonas, la cabecera del cauce del Río Seco y la denominada Qda. La Póvora, se obtendrían los mejores resultados.
- La recuperación del nivel del agua subterránea permitirá así mismo mejorar la recuperación de los pozos y disminuir los costos de producción
- La infiltración de agua fresca en el proceso de recarga del acuífero, permitirá disminuir progresivamente la concentración salina de las aguas subterráneas.

1.3. Reservas totales y explotables

En la determinación de las Reservas propiamente dicho, un aspecto importante lo constituye la realización de un **Balance Hídrico de los acuíferos**; para lo cual se hace necesario contar con la información del **intercambio directo** existente entre el acuífero y los cursos de agua superficiales, el **intercambio indirecto**, el realizado a través de la zona no saturada entre las áreas de cultivo y el acuífero y el **intercambio debido a conexiones con acuíferos vecinos**; toda esta información correspondiente a un espacio físico delimitado y para un tiempo estipulado.

En nuestro proyecto no se cuenta con recursos hídricos superficiales naturales ni artificiales, salvo el Río Seco que muy eventualmente ante la presencia de un fenómeno excepcional, presenta un flujo superficial; así mismo el riego en la zona se realiza mayoritariamente por goteo, el cual aunque deficientemente manejado, produce flujos que se infiltran y percolan hasta el nivel freático, en forma reducida. La alimentación en nuestro caso se realiza mayormente debido al intercambio con acuíferos vecinos como el de Ica.

CUADRO 2
RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE RECARGA ARTIFICIAL EN VILLACURÍ

POZOS DE CONTROL	SIN RECARGA			CON RECARGA ZONA1 (50 MMC/año)			CON RECARGA 1ZONA 100 MMC/año			CON RECARGA 2 ZONAS 100 MMC/año			CON RECARGA 2ZONAS 200 MMC/año		
	Qexplot (m3/s)	NE (msnm)	Dif NE (m)	Qexplot (m3/s)	NE (msnm)	Dif NE (m)	Qexplot (m3/s)	NE (msnm)	Dif NE (m)	Qexplot (m3/s)	NE (msnm)	Dif NE (m)	Qexplot (m3/s)	NE (msnm)	Dif NE (m)
Villacurí 142															
10 años	4	345.8	11.9	4	358.8	-1.1	4	368.1	-10.4				4	385	-27.3
10 años							5	364.5	-6.8	5	363.8	-6.1			
10 años				5	354.8	2.9	6	358.7	-1				6	372.2	-14.5
10 años													7	372.4	-14.7
Villacurí 264															
10 años	4	302.6	9.9	4	309.9	2.6	4	315.9	-3.4				4	358.8	-46.3
10 años							5	308.8	3.7	5	327.1	-14.6			
10 años				5	303.7	8.8	6	300.3	12.2				6	348.4	-35.9
10 años													7	341.4	-28.9
Villacurí 530															
10 años	4	311.1	11.4	4	318.2	4.3	4	323.7	-1.2				4	348.5	-26
10 años							5	319.7	2.8	5	325.8	-3.3			
10 años				5	313.5	9	6	312.3	10.2				6	338.5	-16
10 años													7	332.6	-10.1

De acuerdo a los estudios realizados por Tahal en 1967 y el Modelo Preliminar realizado por la Intendencia en el 2006, la recarga del acuífero de Villacurí sería del orden de los 70 MMC, siendo las Reservas Totales calculadas en el Estudio del 2002, de aproximadamente 650 MMC.

Las Reservas Totales se encuentran conformadas por las Reservas de explotación las cuales consideran la denominadas Reservas Reguladoras más una parte de las Reservas Totales, que nos permita suplir las necesidades de agua de la zona pero sin afectar el recurso hídrico subterráneo; para este nivel de estudio, se pueden considerar los volúmenes de explotación equivalentes al 20 % de los volúmenes totales; es decir un máximo de 130 MMC.

Si tomamos los datos existentes de Reservas Totales de 650 MMC y una recarga natural de 70 MMC, en forma teórica podemos decir que la explotación no debería ser mayor de estos 70 MMC; sin embargo, de acuerdo al último censo realizado a fines del 2007, y todavía con datos preliminares, se ha obtenido un volumen de explotación de aproximadamente 160 MMC.

Con estos datos y en forma referencial podemos decir que de no mejorarse las condiciones de recarga, año a año los volúmenes de agua almacenada se irían reduciendo con el concebido aumento de la salinidad de las aguas. Sin considerar la salinización progresiva de las aguas, a estos niveles de explotación y recarga al cabo de 7 años se habrían extinguido en forma irreversible el acuífero de Villacurí, colapsando el abastecimiento de las aproximadamente 13 000 ha actualmente cultivadas.

La situación en Lanchas de acuerdo a la información parcial con la que se cuenta, nos permite decir que las Reservas se encuentran disminuyendo año a año; en el Cuadro 3 podemos observar el comportamiento de algunos pozos en cuanto a descenso de niveles y calidad de las aguas producidas.

CUADRO 3: Variaciones de niveles de agua y calidad en algunos pozos de Lanchas de Octubre 2005 a Enero del 2007

Nº IRHS	PROF. POZO	VARIACIÓN NIVEL DINÁMICO		VARIACIÓN NIVEL ESTÁTICO		VARIACIÓN C.E. uS	
71		15,32	17,42	12,30	14,06	828	830
73	24,20	16,20	18,96	14,32	17,00	1505	2000
77	33,50	24,20	24,65		11,98	244	371
83	24,70	18,50	19,76		16,30	1311	1616
87	29,00	25,80	26,05	22,00	22,65	950	1020
198	26,50	16,80	21,06		16,83	1851	2170
240	29,00	16,50	21,66	11,05	11,50	1470	3030

Los niveles estáticos de los 7 pozos observados han descendido desde 0,45 m hasta aproximadamente 3 metros, teniendo los pozos solamente una columna de 3 a 8 metros a fines de enero del 2007; es decir que de continuar el descenso a una tasa promedio de 1 metro por año y una columna de agua de 5 metros, muchos de los pozos deberán ser reprofundizados con el problema de alcanzar en algunas zonas la Formación Pisco, de origen marino y salobre;

así mismo, la concentración de sales solubles se ha incrementado desde 3 uS hasta 1560 uS en el período controlado.

2. SISTEMAS DE RECARGA

Existen una serie de métodos de recarga, los cuales son empleados de acuerdo a las condiciones existentes en cada zona y a los aspectos técnico económicos involucrados.

Para el caso de Río Seco se ha considerado la Recarga Artificial a través de Pozas de Infiltración o Estanques de Inundación, los cuales se instalarían en los cauces del Río Seco y la Qda La Pólvora, dado que se considera que el perfil del suelo bajo estos cauces antiguos, ha sido convenientemente lavado y no se presentarían problemas de contaminación por sales, en los horizontes atravesados.

Este método implica el paso del agua desde la superficie a través de la zona no saturada al acuífero. El término de “infiltración” expresa este movimiento esencialmente vertical expresado en $m^3/día$ por m^2 .

El movimiento descendente está regido por una gran variedad de factores:

- La permeabilidad vertical del suelo
- La presencia de gases en la zona no saturada
- La presencia de capas de poca permeabilidad vertical
- Los cambios que afectan la estructura del suelo durante la infiltración, cambios originados por influencias físicas, químicas y bacteriológicas.

Estos cambios se producen por los mecanismos siguientes:

- La primera disminución transitoria del ritmo de infiltración es debido al hinchamiento de las partículas arcillosas; el aumento transitorio inicial hasta un máximo temporal es debido a la eliminación gradual del gas del suelo; los cambios posteriores se debe en parte a la destrucción física-química del perfil natural (dispersión), pero principalmente al crecimiento de bacterias y a la acumulación de productos de su metabolismo, a poca profundidad debajo del terreno de inundación. Puesto que la capa de infiltración queda efectivamente destruida por oxidación, hay que secar periódicamente los terrenos con el objeto de restaurar su capacidad de infiltración, por lo que se necesitan mayores áreas que las calculadas inicialmente mediante cálculos sencillos. Experimentalmente se ha determinado el accionar de las bacterias, infiltrando agua clorada, no habiéndose observado disminución en los ritmos de infiltración.
- Los estanques deben tener el fondo aproximadamente plano, debiendo disponerse en forma de redes, de modo que el agua en exceso pase de tanque en tanque. Se puede aliviar el problema del limo usando parte de los estanques para sedimentación; en Los Ángeles – California se redujo el contenido de limo de 3 000 ppm a 250 ppm con un estanque de sedimentación; se puede aumentar la infiltración mediante el uso de

floculantes. El agua en los estanques presentan profundidades de 0,25 a 2,5 m.

- El uso de los tanques es intermitente, para permitir que luego de la infiltración el tanque se seque y pueda recuperar su capacidad de infiltración.

2.1. Problemas presentados

La mayoría de problemas que se pueden presentar en una Recarga Artificial, se encuentran relacionados principalmente con:

- La calidad de las aguas crudas de la recarga que generalmente requieren un tratamiento para su aplicación. El contenido de limo reviste especial importancia, variando su concentración de acuerdo al régimen del río; se han observado cantidad de limos elevada de hasta 25 g/l en ríos estacionales (25 000 toneladas en 1 millón de metros cúbicos. Normalmente se habla de 3 a 8 g/l durante las avenidas). Experiencias en Israel y USA muestran que se consigue una reducción de la turbidez de unos 300 a 1 000 mg/l demorando durante 2 a 3 días la afluencia en depósitos de retención de 5 m de profundidad – (método más barato para reducir el contenido de limo); esto se puede complementar con floculantes como el alumbre (100 a 150 mg/l) o algunos polímeros específicos.

Normalmente se acepta agua con menos de 1 gr/l de sólidos en suspensión (las aguas del río Jequetepeque en avenidas presenta un máximo de 10 gr/l y el río Piura máximos de 5 gr/l).

Los métodos para remediar o reducir al mínimo el efecto de obturación por materia en suspensión se pueden clasificar en:

- o Remoción periódica de la torta de lodo y rascado de la capa superficial
 - o Instalación de un filtro el cual hay que quitar y renovar periódicamente o sin renovar aspirar los lodos cuando se encuentren aún en su fase líquida (Illinois USA) con un aspirador de piscinas; también aplicando productos químicos y materias orgánicas para restaurar la capacidad de infiltración.
 - o La obturación por actividad biológica, dependiente de la composición mineralógica y orgánica del agua, del suelo y del tamaño del grano y la permeabilidad del suelo. El mejor tratamiento desarrollado consiste en secar completamente el estanque después de períodos de operación cortos (no mayores de un mes).
- Cambio en la estructura del suelo y los fenómenos biológicos que se producen cuando se inicia la infiltración,
 - Con los cambios producidos en las condiciones ambientales
 - Con los aspectos legales y de propiedad del terreno.

Problemas Ambientales

El principal problema se centra en existencia de grandes extensiones de terreno inundadas, pudiendo incrementarse la presencia de mosquitos, moscas y una variedad de incomodidades biológicas. El mejor remedio es operar con partes de los terrenos de inundación en secuencia, de modo que el agua permanezca un período menor que la etapa de larva del ciclo vital del insecto.

Otros problemas podrían considerarse como los aspectos de seguridad ante la presencia de personas y niños especialmente, que pudieran ingresar al área de estanques.

El manejo adecuado de la elevación de niveles de la napa para evitar inundaciones en algunas zonas que puedan afectar ecosistemas o usuarios, debe ser convenientemente manejado, a través de un modelo, adecuadamente calibrado.

Aspectos Económicos

El almacenamiento y la recarga artificial de las aguas subterráneas son económicos mientras sean menos costosos que cualquier otra solución para hacer utilizables los recursos hidráulicos.

Consideraciones en la determinación del costo en pozas de infiltración:

- Desvío de agua de corrientes superficiales
- Transporte del agua a la zona de recarga
- Mediciones de caudal
- Retener el agua dentro de la zona de recarga y controlar el flujo a través de ella
- Manejar y conservar las instalaciones eficientemente y con seguridad

3. PLANEAMIENTO DEL PROYECTO DE RECARGA ARTIFICIAL

1. Procedencia del agua -
2. Derechos de agua (Reservas de agua en la pre inversión)
3. Responsabilidad potencial (problemas jurídicos de las expropiaciones, problemas de montículo de agua dulce cerca de la superficie del terreno)
4. Efectos sobre la administración de los estanques de aguas subterráneas
5. Efectos sobre la calidad de las aguas
6. Investigaciones (que generalmente implican la exploración de las condiciones geológicas e hidrogeológicas) para comprobar la viabilidad del plan.

3.1. Esquema del Sistema

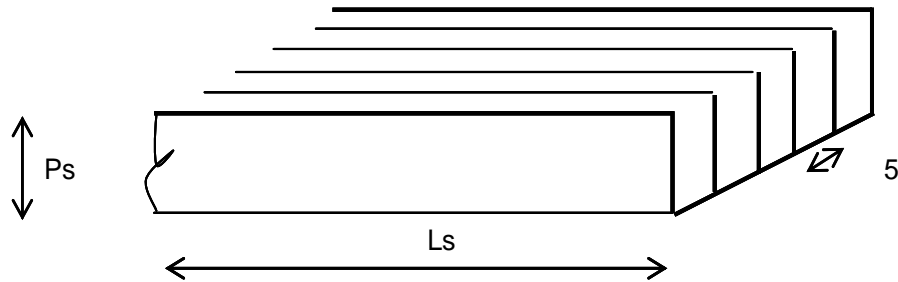
- **Fuente de agua:** 15 m³/s del río Pisco (3 meses)
- **Propósito:** Elevación del nivel de agua de la napa y disminuir por dilución el contenido de sales solubles.
- **Acuífero:** Material aluvional y eólico, constituido por arenas sueltas de diferente granulometría, gravilla y cantos rodados medianos, con lentes de limos y arcillas en diferente proporción
Transmisividad: 400 a 8000 m²/día
Coefficiente de almacenamiento: 1,16 a 12,10 %
- **Calidad del agua:** **Agua de recarga:** Conductividad- 100 a 400 uS/cm; Alcalinidad total – 70 a 180 ppm; sólidos en suspensión 10 mg/l
Agua subterránea: Conductividad: 500 a 5000 uS/cm;
- **Tratamiento del agua:** Desarenador, tratamiento con floculantes, potabilización del agua
- **Infiltración:** 1,2 m/día (50 mm/hr)
- **Evaporación:** 3 mm/hr
- **Eficiencia:** 0,75 %, (considerando problemas de estratos arcillosos, napas colgadas, presión de aire, interconexiones, etc)
- **Etapas de implementación:** El volumen a ser infiltrado sería de 120 MMC aproximadamente a través de 153,19 ha de pozas de infiltración agrupadas en módulos de 10 ha c/u
- **Características de la recarga:** Módulos de 10 ha, tirante 1,5 m, tiempo de llenado: 41,7 hr, tiempo de infiltración 75 hr, tiempo de mantenimiento 5 a 10 días, tiempo total del ciclo 9,9 a 14,9 días.
- **Área total de recarga:** De 310,8 a 468,3 (tiempo de mantenimiento de 5 y 10 días)
- **Área total del sistema:** De 319,8 a 480,3 ha (incluye área de servicios, caminos, etc)

3.2. Diseños de las obras

3.2.1. Sedimentador:

Considerando un área de infiltración de 320 ha y las concentraciones supuestas a este nivel para los períodos de avenidas en aproximadamente 5 gr/l, se plantea la construcción de un sedimentador de las siguientes características:

Sección tipo del sedimentador

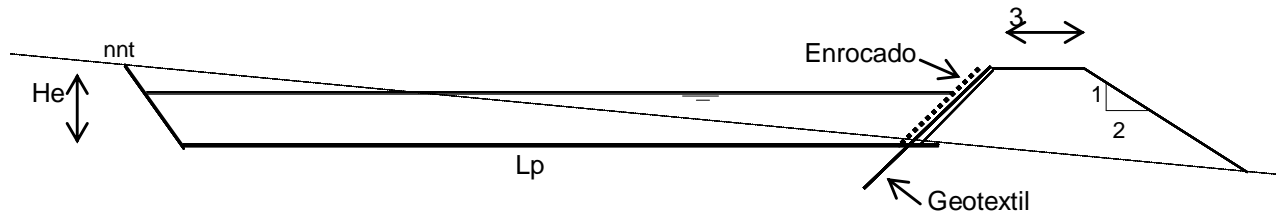


- Longitud del sedimentador	Ls	50 m
- Profundidad	Ps	3 m
- Ancho de nave	An	5 m
- Número de naves para $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$	n	10 naves
$Q = 13 \text{ m}^3/\text{s}$	n	8 naves
$Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$	n	2 naves

3.2.2. Poza de infiltración

Se presenta un diseño tipo de una poza de infiltración, en la siguiente etapa del estudio, con topografía al detalle de la zona de cauce del Río Seco, se diseñarán adecuadamente las pozas.

Sección típica de poza de infiltración



- Longitud:de poza	Lp	200 m
- Profundidad de excavación	He	3 m
- Ancho de la poza	Ap	50 m
- Area de corte	Ac	10,000 m ³ /ha
- Area de relleno de bordo	Ar	700 m ³ /ha
- Geotextil	Ge	225 m ² /ha

4. COSTOS DE LAS OBRAS Y SU OPERACIÓN

Operación y mantenimiento anual Pozas de infiltración Q = 15 m³/s

Personal				207,000
Ingeniero	Mes	12	6,000	72,000
Ayudantes de campo (5)	Mes	90	1,500	135,000
Materiales				712,800
Floculante	tn	135	2,400	324,000
Energía eléctrica	dia	90	4,320	388,800
Maquinaria y equipos				1,439,740
Camioneta doble tracción	Mes	12	4,000	48,000
Tractor agrícola con rastra	h-m	61,440	20	1,228,800
Cargador frontal	h-m	266	150	39,900
Camión volquete 10 m ³	h-m	532	220	117,040
Equipos menores	Mes	3	2,000	6,000
			Costo Directo	S/. 2,359,540
			G.G.	235,954
			Utilidad	235,954
			IGV	537,975
			Costo total	S/. 3,369,423

CANTIDAD DE OBRA

Item	Partida	Und.	Valor		
			Q = 15 m ³ /s	Q = 13 m ³ /s	Q = 2 m ³ /s
	Sedimentador				
1	Exc. Estructuras en material suelto	m ³	10,800	9,180	2,160
2	Relleno para estructuras	m ³	2,700	1,950	108
3	Concreto f'c = 100 kg/cm ²	m ³	51	43	10
4	Concreto f'c = 210 kg/cm ²	m ³	1,112	945	222
5	Encofrado plano	m ²	3,804	3,233	760
6	Acero de refuerzo	kg	111,240	94,554	22,248
7	Centro de operación y control	m ³	1	1	1
	Poza de disipación				
8	Excavación en material suelto	m ³	3'200,000	2'720,000	640,000
9	Relleno con material propio	m ³	224,000	190,400	44,800
10	Geotextil	m ²	72,000	61,200	14,400
11	Enrocado piedra mediana	m ³	43,200	36,720	8,640
12	Estructura de entrada a las pozas	Gbl	1	1	1