

Proyecto Recarga de Acuífero de Santiago
Sociedad del Canal de Maipo

Departamento de Estudios y Desarrollo

Junio-2013



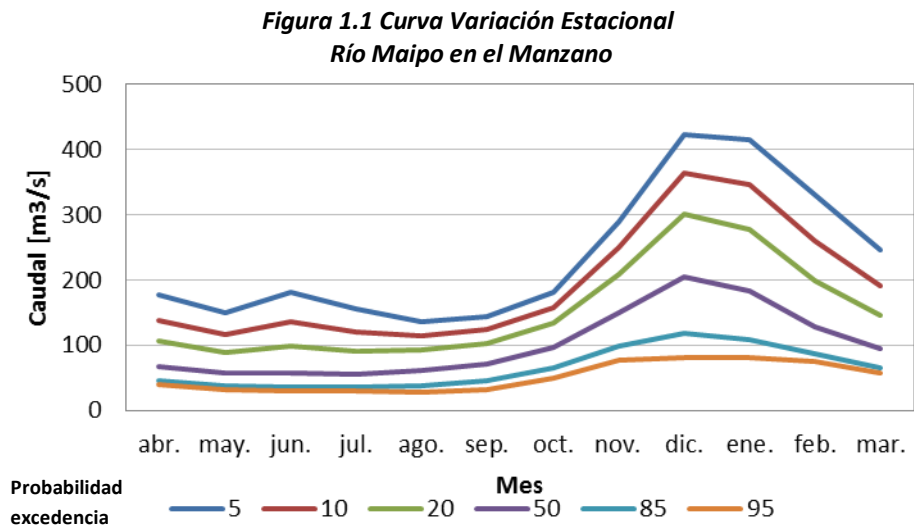
1 Introducción y desafío

En 1820 el canal San Carlos comenzó a operar porteadando agua desde el río Maipo hasta el río Mapocho. La importancia que esta obra generó para la ciudad de Santiago es comparada solamente con la carretera que une a Santiago con Valparaíso realizada en la misma época. La asociación de canalistas Sociedad del Canal de Maipo fue fundada el año 1827 para que los usuarios de las aguas del Canal San Carlos se hicieran cargo de su mantención.

En la actualidad la asociación de canalistas Sociedad del Canal de Maipo, cuenta con una red de canales de más de 380 kilómetros, abarcado casi la totalidad de la ciudad de Santiago además se extiende a parte del sector norte de la región metropolitana. Abasteciendo de agua a distintas instituciones, destacándose, agua para la bebida a través de Aguas Andinas, instituciones educacionales como la Universidad de Chile; el Ejército de Chile, entre otros.

Debido a que las aguas captadas por el canal San Carlos se relacionan directamente a la disponibilidad hídrica que tiene el río Maipo, la disponibilidad hídrica de toda la red de canales se ve afectada por el régimen hídrico de este río.

Como se aprecia en la Figura 1.1 El río Maipo en el manzano presenta un régimen marcadamente nival, con caudales máximos los meses de diciembre y enero.



Fuente: Sinia 2004

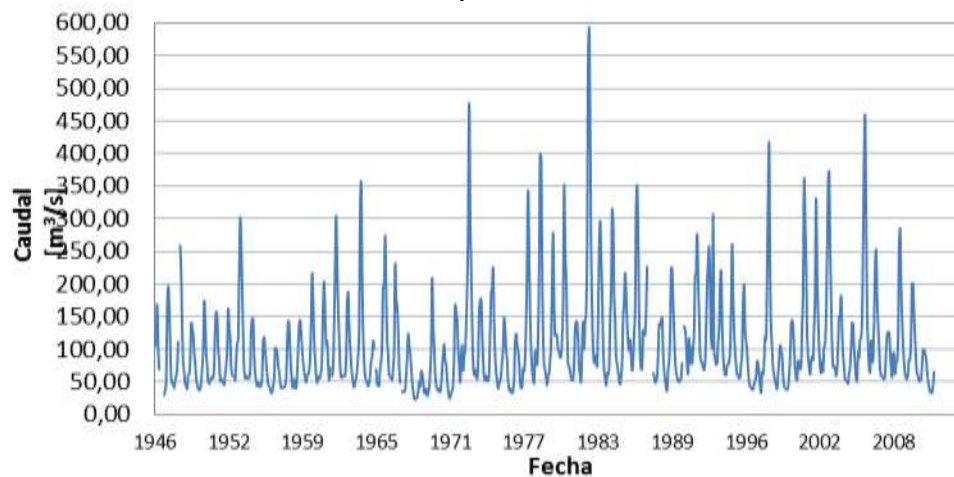
1.1 Variabilidad hidrológica del río Maipo.

Como se mencionó anteriormente la disponibilidad del recurso captado por la bocatoma del Canal San Carlos es directamente proporcional al caudal existente en el río Maipo. Para caracterizar la disponibilidad hídrica del Canal se muestra en la Figura 1.2 los datos del caudal medio mensual en la estación DGA Maipo el Manzano, existente desde 1946, ubicadas aguas arriba de la bocatoma del Canal San Carlos.

Como se aprecia en la Figura 1.2 en la actualidad, el río Maipo y en consecuencia, la ciudad de Santiago, presenta su peor seguía desde la década de 1960.

Además de la variabilidad del río Maipo, lo que acrecienta el efecto de las seguías que afectan a la zona es el atraso en infraestructura hídrica que presenta el país (Figura 1.3) y la región metropolitana en particular, las cuales no crecen a la misma tasa que la población y la demanda del recurso en la región.

**Figura 1.2 Caudal Medio Mensual
Río Maipo en el Manzano**



1.2 Alto porcentaje de agua dulce desemboca al mar.

Según los datos expuestos en la

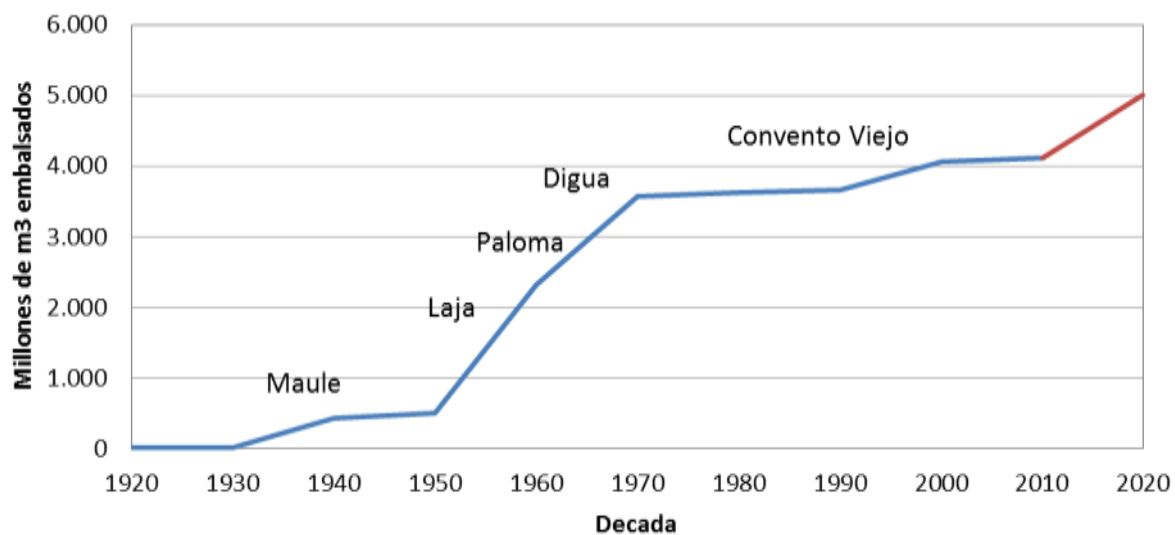
Tabla 1.1 el conjunto de regiones, quinta, sexta y metropolitana, vierten al mar casi el doble del caudal que consumen anualmente. Este dato nos indica que al mejorar la gestión y la infraestructura hídrica en estas regiones podríamos sobrellevar de mejor manera los períodos de seguía.

Tabla 1.1 Consumo anual y vertimiento del recurso hídrico entre la I y IX región.

Regiones	Consumo [Mm ³ /año]			Total Consumo [Mm ³ /año]	Vertido al Mar [Mm ³ /año]
	Agricultura	Agua Potable	Minería		
I y II	243.0	85.0	415.8	743.8	34.6
III y IV	1,114.1	78.2	291.7	1,484.0	783.0
V, VI y RM	6,277.3	764.2	260.2	7,301.7	12,219.0
RM*	2,023	246	84	2,354	3,939
VII, VIII y IX	8,099.0	332.1		8,431.1	82,100.0
Total por ítem	15,733.4	1,259.5	967.7		
Total				17,961	95,137

Fuentes: Vertido al mar, DGA (2003 - 2007). Minería, DGA 2008, embalses superficiales. CNR 2005, uso agrícola, SII 2006, Habitantes I - IX Regiones, INE Censo 2002. *Proporcional al área de las Regiones

Figura 1.3 Disminución histórica de la tasa de embalse



Fuente: Comisión Nacional de Riego

2 Solución propuesta

Debido a que los canales administrados por la Sociedad del Canal de Maipo tienen su área de influencia sobre la ciudad de Santiago, es que se opta por imitar la experiencia internacional de recarga de acuífero para el almacenamiento y gestión de las agua.

2.1 Recarga de acuífero.

Económicamente la diferencia de inversión entre un embalse subterráneo y uno superficial es muy alta. Mostrando la conveniencia de realizar recarga artificial.

Entre las ventajas de la técnica de la recarga artificial cabe destacar:

- Almacenar agua en los acuíferos, especialmente en zonas de escasa disponibilidad de terreno en superficie o sin posibilidad de otras formas de embalsamiento.
- Utilización del acuífero como embalse regulador, almacén y red de distribución dentro de un sistema integrado, permitiendo suavizar fluctuaciones en la demanda y reducir el descenso del nivel del agua. Reducir las pérdidas por evaporación respecto al agua embalsada y compensar la pérdida de recarga natural en un acuífero por actividades antrópicas.
- Integración de actividades lesivas en el marco del desarrollo sostenible, tales como el tendido de barreras hidráulicas para la intrusión marina, la prevención de problemas geotécnicos, la reutilización de aguas residuales urbanas, la regeneración hídrica de humedales, etc.
- Mejora económica de zonas deprimidas.

2.2 Experiencia internacional en Recarga de Acuífero

Algunos de los países donde en la actualidad se utiliza la recarga de acuífero son: Alemania, Austria, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, Finlandia, Francia, Holanda, Hungría, Inglaterra, Lituania, Noruega, República Checa, Rumanía, Rusia, Suiza, Yugoslavia, España, Estados Unidos, Tailandia, Taiwán, Kuwait; Unión India; Australia, Nueva Zelanda según el “Inventario de Experiencias de Recarga Artificial de Acuíferos en el Mundo” de Álvaro Fernández et al. 2005.

3 Aplicación en Santiago, Región Metropolitana. Chile

Desde el año 2008 la Sociedad del Canal de Maipo, ha trabajado conjuntamente con el departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile para realizar el estudio “Uso conjunto de las aguas superficial y subterránea de la cuenca hidrográfica del Maipo-Mapocho”.

Como conclusiones generales de dicho estudio se mencionan que la cuenca Maipo-Mapocho cuenta con las características necesarias para realizar recarga de acuífero; que si el sistema se aplica a través del tiempo el costo de almacenamiento del recurso hídrico no superaría los 0.03 US\$/m³.

3.1 Modelo teórico

El proyecto contempla la ejecución de pruebas piloto utilizando lagunas o piscinas de infiltración y pozos de inyección en la zona no saturada o zona vadosa.

Se estima preliminarmente infiltrar del orden de 50 [l/s] en las piscinas e inyectar gravitacionalmente del orden de 30 [l/s] en los pozos. Este caudal podría ser incrementado en la medida que se disponga de las aguas a su vez de la capacidad del tratamiento de las aguas y la capacidad de infiltración del sistema. Se pondrá especial énfasis en el tratamiento bacteriológico y virológico del agua de inyección de modo de no contaminar el acuífero.

Se escogió el campus Antumapu de la Universidad de Chile ya que se considera que esta institución representa el valor país que tiene este proyecto además de contar con el terreno necesario dentro de la Región Metropolitana, se encuentra cerca del canal San Jose administrado por la Sociedad del Canal de Maipo, las características del suelo y la profundidad del acuífero en este sector son óptimas para realizar la experiencia.

Para efectos de la ejecución de la planta piloto de recarga de acuífero se ha contratado a la empresa consultora Geohidrología. La cual está a cargo del diseño, gestión de la construcción, puesta en marcha y análisis del proyecto piloto de Recarga de Acuífero. Todo esto inspeccionado por el departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile.

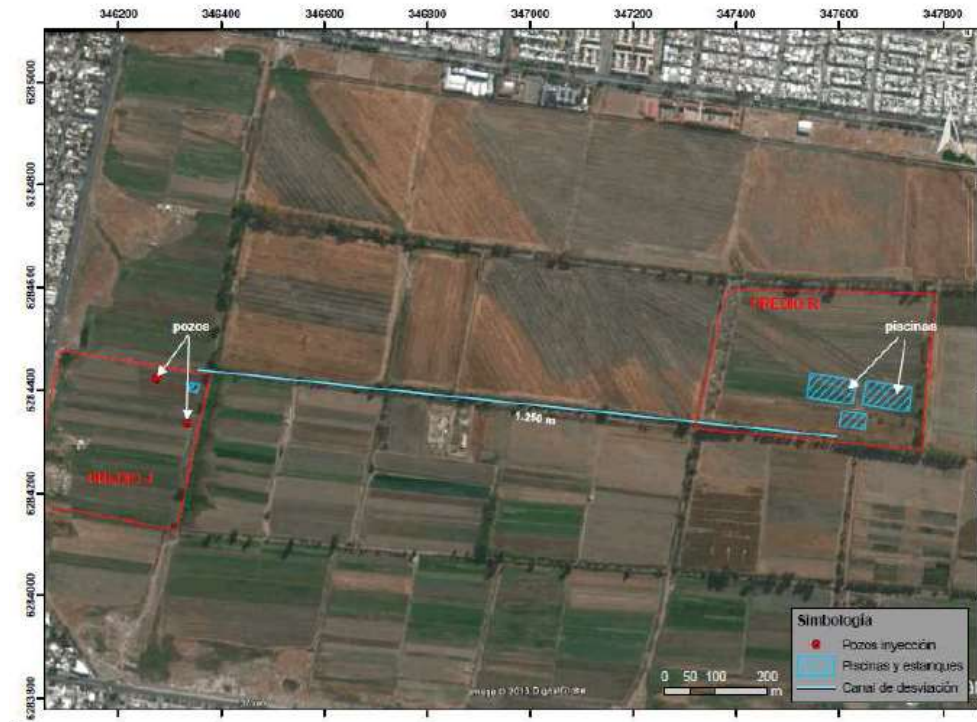
3.2 Modelo práctico.

A continuación se incluyen características de las obras más importantes del proyecto. Se debe tener en cuenta que estas constituyen un diseño preliminar ya que no se han completado todos los estudios necesarios. Debido a esto las obras que aquí se presentan están sujetas cambios una vez que se completen estos estudios.

3.2.1 Ubicación de las obras

La distribución de las obras se repartirá en dos áreas las que corresponden a los predios "R" y "J" del campus Antumapu. En el primero de ellos se ubicarán los filtros, la piscina de acumulación y las piscinas de infiltración. En el paño "J" se ubicarán los pozos de infiltración y un estanque de regulación. En la Figura 3.1 se presenta una vista general de la zona de estudio.

Figura 3.1 Layout planta piloto recarga de acuífero, Fundo Antumapu



3.2.1.1 Predio "R"

En la Figura 3.2 se aprecian las principales obras presentes en el área. A continuación se enumera cada una de las obras incluidas en el área con sus correspondientes características:

Balsas de Infiltración

Se instalará 2 balsas de infiltración las cuales tendrán una capacidad de 50 L/s para infiltrar. Cada una de ellas tendrá un área de 4320 m² con dimensiones de 90 m x 48 m. La operación se proyecta con una altura de agua de 50 cm por lo que la profundidad bajo el terreno actual se calcula en 1 m. Las balsas de infiltración son excavadas en el terreno y no requieren de revestimiento de ningún tipo.

Figura 3.2 Predio R. Fundo Antumapu



Piscina de acumulación

Para la piscina de acumulación se ha dispuesto una seguridad de operación del sistema de 6 horas y se considera una altura de operación de 1 m por lo que la profundidad por debajo del terreno será de 1,2 m. Las dimensiones de esta piscina serán de 30 m x 50 m. La piscina requerirá de impermeabilización mediante geotextil.

Planta de Filtros

De acuerdo a la información entregada por SCM se deberá disponer de un área para esta planta de 400 m².

Pozo de Monitoreo

El pozo de monitoreo tendrá una profundidad de 180 m y será excavado en 10 pulgadas para permitir una habilitación en 4 pulgadas

3.2.1.2 Predio "J"

En la Figura 3.3 se aprecian las principales obras presentes en el área. A continuación se enumera cada una de las obras incluidas en el área con sus correspondientes características:

Pozos de infiltración

Se deberán excavar dos pozos de infiltración de 50 m. Los pozos estarán perforados en 40 pulgadas y se realizará la habilitación en 12 pulgadas.

Pozo de Monitoreo

El pozo de monitoreo tendrá una profundidad de 180 m y será excavado en 10 pulgadas para permitir una habilitación en 4 pulgadas

Figura 3.3 Predio J, Fundo Antumapu



Estanque de regulación

Para la operación de los pozos se proyecta un estanque de regulación en el que se considera una altura de operación de 1 m por lo que la profundidad por debajo del terreno será de 1,2 m. Las dimensiones de esta piscina serán de 15 m x 15 m. Este estanque requerirá de impermeabilización mediante geotextil.

3.2.2 Observaciones.

Como se menciona anteriormente, el presente documento es de carácter preliminar y no incluye la totalidad de las obras que se requieren para el proyecto. Esto debido a que en esta etapa del estudio no se han realizado los cálculos para dimensionar la totalidad de las ellas. A continuación se presenta una lista de lo que aún falta por dimensionar y cuantificar:

- Tuberías de conexión entre las obras de cada predio y la que conecta la piscina de acumulación con el predio en que se ubican los pozos.
- Número y ubicación de bombas
- Número y ubicación de válvulas
- Número, características y ubicación de dispositivos de medición
- Número, características y ubicación de dispositivos de control.
- Obra de toma desde el canal a la planta de filtros.

Junto con lo anterior, se vuelve a mencionar que las obras proyectadas están sujetas a cambio en base al desarrollo y resultados obtenidos en el estudio. Las obras que podrían cambiar será la profundidad de los pozos de inyección, el área de las balsas de infiltración.