



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS POR TECHO (SCALLT)

Proyecto Clínicas Ambientales 2021

Javier San Martín – Gonzalo Valenzuela C.
Química Analítica Ambiental – Olga Rubilar A. – Ing. Civil Ambiental – Universidad de La Frontera,
Temuco

Contenido

Glosario	2
Introducción	3
Sistema de captación de aguas lluvias por techo (SCALLT)	5
Generalidades	5
Etapas	6
Diseño y ejecución del proyecto	8
Conclusión	11
Bibliografía	12

Glosario

Escasez Hídrica: Diferencia que existe entre la necesidad o demanda de agua versus el agua disponible para uso (se ve afectada por decisiones respecto al suministro disponible)

Sequía: Disminución o déficit de precipitaciones en un sector por periodos prolongados (es de carácter meteorológico)

Desertificación: Degradación de la calidad del suelo, donde este pierde su capacidad de fertilidad parcial o totalmente.

Primera Lluvia: También llamada primera agua o first flush, hace referencia a la primera agua lluvia que será captada por el SCALLT, la cual tendrá la suciedad y contaminantes (de existir) que puedan encontrarse en el techo o superficie de captación.

PPR: Hace referencia a las tuberías de polipropileno random, las cuales son utilizadas en sectores donde se presentan bajas temperaturas, este es más rígido, duro y resistente.

Introducción

La escasez hídrica es una problemática que ha afectado al mundo de manera creciente con el pasar de los años, en la actualidad es catalogada por muchas entidades como la real pandemia que enfrentar.

La FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura) estima que alrededor de 3.600 millones de personas viven en lugares donde existe escasez de agua durante al menos 1 mes al año y proyecta cifras para el año 2050 que llegan a los 4.800 a 5.700 millones de afectados (al 2050 la población mundial se estima entre 9.400 a 10.500 millones de personas “registradas”), llegando a un 50% de afectados a nivel mundial.

Parte de la problemática nace porque la demanda hídrica ha aumentado en casi el doble en el último siglo (UNESCO, Abordar la escasez y calidad del agua), principalmente por la agricultura la que representa un 70% de las extracciones de agua a nivel mundial (Aquaefundación, Causas de la escasez de agua en el mundo) sumando a la sequía como consecuencia del cambio climático.

Frente a esta situación Chile no queda fuera, según la ONU (Organización de las Naciones Unidas) alrededor de un 76% de la superficie del país sufre algún grado de desertificación, principalmente en la zona norte y centro del país.

Entre las regiones de Atacama a Ñuble existe un déficit de precipitaciones del 100% comparado con el periodo comprendido entre 1981 - 2010 (ONU, 2021) y finalmente a nivel país el estrés hídrico se pronostica que aumentará hasta 2,8 veces para el 2040 (Figura 1).

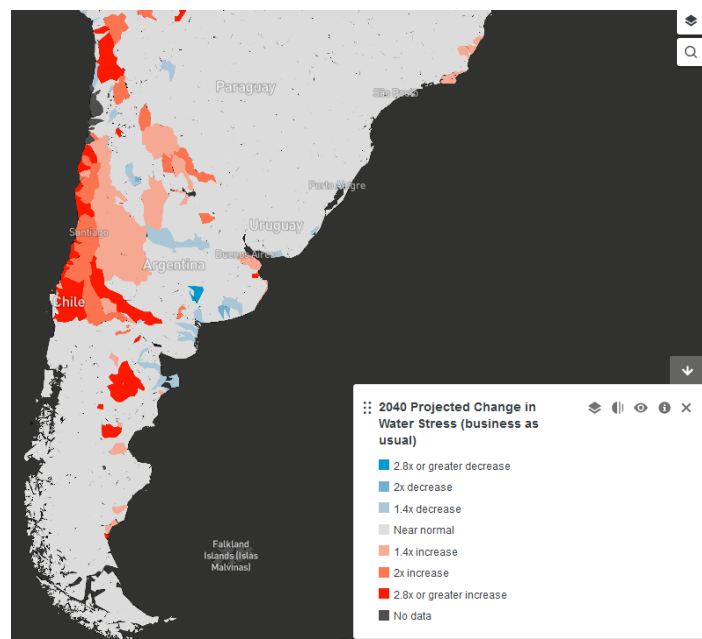


Figura 1 (resourcewatch.org/dashboards/water, <https://bit.ly/3w9ml23>)

La realidad local no está ajena a complicaciones, las cuencas principales en el sur del país han visto una baja en sus caudales que oscila entre un 3% y 32% además de bajas en precipitaciones alrededor de un 10%; en total para la macrozona sur se proyecta un 40% de disminución en la disponibilidad de agua para el año 2060, cifras entregadas por el Balance Hídrico Nacional generado por la Dirección General de Aguas.

Los principales afectados con esta situación son las zonas más rurales y de mayor pobreza en el país, las que principalmente se abastecen de aguas subterráneas (alrededor de un 83%) (MOP, 2016). La actividad principal de estas comunidades de personas es la agricultura por lo que su situación financiera se compromete al no poder desarrollarla de manera adecuada y esto acrecienta su situación de pobreza.

Este último punto refuerza el interés en el presente proyecto, donde buscamos capacitar y promover la adopción de sistemas de captación de agua de lluvias como alternativa o bien complemento a la utilización de pozos subterráneos en comunidades rurales en la región de la Araucanía, en específico trabajando con las municipalidades de Lonquimay, Cunco, Teodoro Schmidt, Ercilla y Puerto Saavedra; Generar conciencia y comprensión crítica del tema hídrico en la población y así lograr la participación responsable y comprometida en la búsqueda de soluciones, donde nosotros presentamos la captación de aguas lluvias por techo como una alternativa viable y simple para enfrentar la realidad del recurso hídrico en la región.

Para esto se hará entrega de un manual de confección donde se detallará y acompañará en el paso a paso requerido para la construcción de un sistema de captación de aguas lluvias por techo (SCALLT), además del presente informe, el cual busca contextualizar y presentar de manera íntegra el sistema de captación, presentando sus beneficios, composición, generalidades y modelos de diseño para ejecutar el proyecto. Todo esto será entregado en conjunto dentro de una capacitación online a las distintas municipalidades y entidades invitadas, con el fin de presentar los resultados y resolver dudas sobre el proyecto.

Sistema de captación de aguas lluvias por techo (SCALLT)

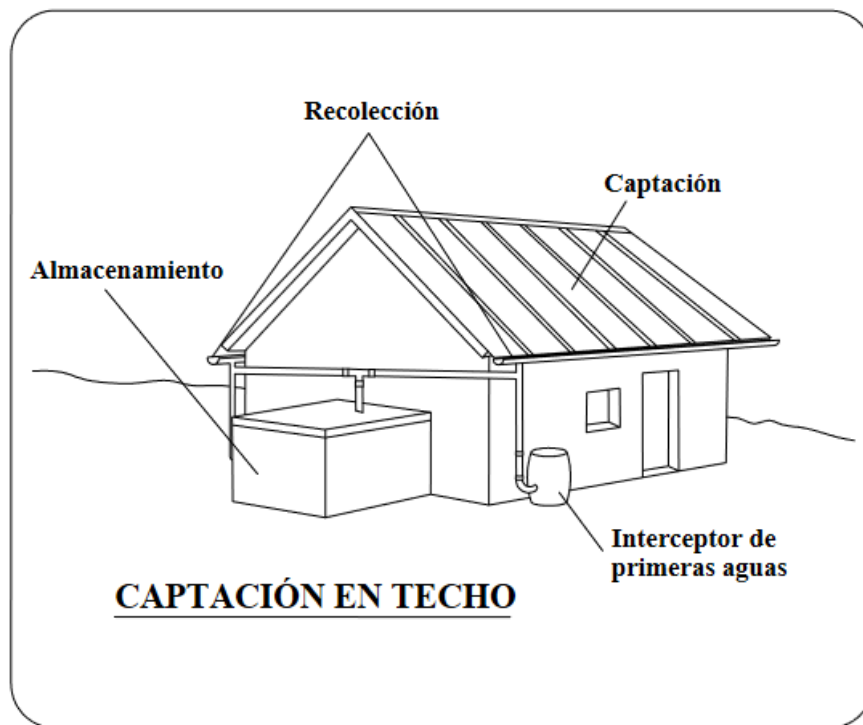


Figura 2 - Sistema de captación de aguas lluvias por techo (Guía de diseño para captación del agua de lluvia, Organización Panamericana de la Salud)

Generalidades

El SCALLT (Figura 2) se caracteriza por aprovechar las precipitaciones de la zona, capturando y desviando el agua lluvia por medio de una red de canaletas y tuberías para llegar a un tanque o cisterna donde el agua es almacenada para luego darle usos varios. (domésticos, agricultura, ganadería, entre más opciones)

El modelo de captación por techo es una alternativa más práctica y económica de ejecutar que otros sistemas de captación, requiere cuidados mínimos como prestar atención a la primera lluvia caída que pueda arrastrar suciedades o desechos en el techo a utilizar (separación del first flush o primeras aguas), la correcta limpieza de canaletas que conducen el agua al contenedor y filtros que se pueden usar.

Dentro de las ventajas se encuentran el ahorro de agua y dinero en el hogar dado que el agua de lluvia es gratuita, las mejores cualidades físico / químicas del agua captada (menor cantidad de sales, por ejemplo) y su fácil mantención. Ahora bien, las desventajas se encuentran primordialmente en su costo de implementación inicial el cual varía principalmente por el tamaño de tanque de almacenamiento o cisterna, además del uso o no de una bomba para impulsar el agua.

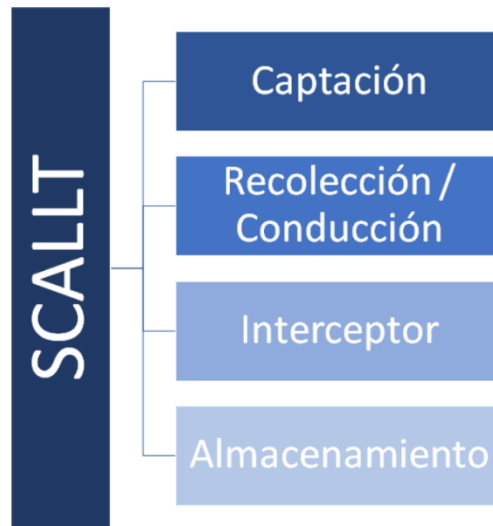


Figura 3 – Etapas que componen un sistema de captación de aguas lluvias

Etapas

En general el SCALLT se compone de 4 etapas (Figura 3), en detalle estas son:

***Captación:** Esta etapa se realiza en la superficie / techumbre que recibirá el agua lluvia, la cual se trasladará / escurrirá al siguiente componente del SCALLT gracias a la inclinación que este posee. El techo de preferencia que sea de materiales como zinc, planchas metálicas o tejas.

***Recolección:** Red de canaletas que reciben el agua lluvia dirigida desde el techo, para ser transportadas hasta el interceptor (en caso de poseer uno) y al tanque de almacenamiento. Principalmente el material de elección es el PVC dada su facilidad de utilizar, manejo, resistencia al agua y rayos UV; estas canaletas cuentan con cierta inclinación para mantener la escorrentía y seguir así en un sistema de tuberías antes de su destino final.

Para efecto de enfrentar bajas temperaturas, el PVC se puede cubrir con aislante térmico para tuberías, como por ejemplo PPR el cual permitirá utilizar el sistema en invierno, sumado a esto será necesario limpiar de manera frecuente las canaletas y tuberías para evitar la acumulación de nieve.

En caso de ser necesario el sistema de canaletas y tuberías se puede desmontar en periodos críticos de bajas temperaturas.

***Interceptor:** A causa de las condiciones climáticas, el material del techo, las mantenciones o limpiezas realizadas y otros factores, es común que se acumulen

materiales como hojas, tierra, ramas, insectos entre otros en la superficie de captación (techo). Con la caída de las primeras precipitaciones estos contaminantes podrían llegar al tanque de almacenamiento del SCALLT lo cual se tiene que evitar a toda costa, es por esto que existe el first flush o separación de primeras lluvias, lo cual no es más que una desviación a un contenedor o tubo que retendrá el agua contaminada. Una vez lleno el tanque el agua lluvia retomará su cauce y llegará al tanque de almacenamiento final. Es importante vaciar este primer lavado del contenedor antes de cada nueva lluvia. Se recomiendan 3 litros de lavado por cada 5 m² de superficie de captación (techo) (Manual de Scalls, UNESCO 2015).

Ahora bien este interceptor puede obviarse si se implementan una serie de filtros al sistema que permitan capturar los residuos, ejemplos de estos filtros pueden ser pantallas captadoras sobre las canaletas (Figura 4), filtros de bronce en las tuberías previas al contenedor final, entre otras opciones existentes en el mercado.



Figura 4 – Filtros foliares o pantallas que recubren las canaletas (Manual Scalls, UNESCO 2015)

***Almacenamiento:** El agua lluvia captada y libre de contaminantes / desechos llega al tanque o cisterna destinado para su almacenamiento final, estos varían en tamaño y forma acorde a las necesidades del proyecto o comunidad.

Se recomienda ubicarlos lo más cercanos a los lugares donde será utilizada el agua, para evitar así el transporte de agua a distancias extensas.

Dentro de las cualidades más importantes que debe tener este tanque o cisterna son su impermeabilidad (evitar transpiración o goteo), que posea tapa (bloqueo de contaminantes y luz solar), con salida y drenaje del agua para fácil manejo (limpieza del tanque) y utilización del recurso captado.



Diseño y ejecución del proyecto

Para efectos de diseño del proyecto este se puede abordar de 2 maneras, ya sea adecuándose a la necesidad / requerimiento de agua de la población o bien ejecutándolo en las superficies (techos) disponibles.

Para el primer modelo es necesario una serie de cálculos previos que nos entregaran datos exactos con los cuales trabajar, para ello necesitaremos saber:

***Precipitación promedio mensual (Pp_i):** es necesaria la información de los promedios mensuales de lluvia de los últimos 10 a 15 años para obtener un promedio total

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n}$$

Pp_i: Precipitación promedio mensual de un mes en específico (i) durante todos los años a evaluar (mm / mes)

n: N° de años evaluados

p_i: Precipitación del mes (i) (mm)

***Demanda (D_i):** Cantidad de agua necesaria para la población objetivo, con el fin de satisfacer sus necesidades.

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

D_i: Demanda mensual (m³)

Nu: N° de población objetivo

Nd: N° de días del mes en particular

Dot: Cantidad de agua utilizada por persona (Litros / persona * día)

***Volumen tanque de almacenamiento (A_i):** Capacidad necesaria para el estanque que almacenará el agua captada.

$$A_i = \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

A_i: Agua disponible en mes (i) (m³)

Pp_i: Precipitación promedio mensual de un mes en específico (i) durante todos los años a evaluar (mm / mes o L / m²)

Ce: Coeficiente de escorrentía

Ac: Área de captación (techo) (m²)

***Oferta acumulada por mes (Aa_i):** Cantidad de agua que se puede acumular en el mes (i)

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

Aa_i: Total de agua disponible en mes (i)

Aa_(i-1): Total agua disponible mes anterior

Pp_i: Precipitación promedio mensual de un mes en específico (i) durante todos los años a evaluar (mm / mes o L / m²)

Ce: Coeficiente de escorrentía

Ac: Área de captación (techo) (m²)

***Demanda acumulada por mes (Da_i):** Cantidad de agua que se necesita en el mes (i)

$$Da_i = Da_{(i-1)} + (Nu \times Nd_i \times Dd_i) / 1000$$

Da_i: Cantidad de agua que se necesita en el mes (i)

Da_(i-1): Cantidad de agua que se necesita en mes anterior (i-1)

Nu: N° de población objetivo

Nd: N° de días del mes en particular

Dot: Cantidad de agua utilizada por persona (Litros / persona * día)

***Volumen del tanque de almacenamiento para mes (i) (V_i):** Volumen necesario para cumplir con la diferencia entre el volumen de agua disponible y demandado

$$V_i (m^3) = A_i (m^3) - D_i (m^3)$$

V_i: Volumen de tanque de almacenamiento en mes (i) (m³)

A_i: Volumen de agua captada en mes (i) (m³)

D_i: Volumen de agua requerida en mes (i) (m³)

(Fuente: Guía de diseño para captación del agua de lluvia, Organización Panamericana de la Salud)

Una vez realizados los cálculos se puede determinar si las superficies disponibles dan abasto al volumen de agua requerido, en caso de no lograrlo esta se puede adecuar para cumplir con los requerimientos necesarios.

Para efecto de trabajar en base a las superficies (techos) disponibles en la comunidad es importante manejar un estimado de la cantidad de agua que se podrá captar, para esto existe una relación establecida la cual indica que 1 mm de agua lluvia caída equivale a 1 lt de agua por m² de superficie horizontal (Gobierno de Chile, Técnica de captación y acumulación de agua lluvia "modelo INIA" apropiado para la pequeña agricultura).

Lluvia caída (litros)		Litros de agua colectada	
Milímetros de agua caída en un año (α)	Litros de agua caída en un año	Techo de 40 m2. Colecta teórica	Techo de 40 m2. Colecta con 85% de eficiencia (α)
300	300	12.000	10.200
400	400	16.000	13.600
500	500	20.000	17.000
600	600	24.000	20.400

Figura 5 – Tabla relación agua caída / agua colectada (Fuente: Técnica de Captación y Acumulación de Aguas Lluvia “Modelo INIA” Apropriada para la pequeña agricultura)

Sumado a la relación anterior es importante agregar además cuanto porcentaje de agua se perderá en el proceso de captura, para esto se considera una pérdida del 15 al 20% la cual involucra la salpicadura en la superficie del techo (inclinación y porosidad del material del techo) y el exceso de agua debido a un exceso de lluvia, sobrepasando la cantidad admitida por las canaletas.

Con esto se puede estimar de manera aproximada la cantidad de agua lluvia que se captará por parte del SCALLT instalado (Figura 5).

Una vez listo los cálculos se procede a la confección del captador, para esto es necesario adquirir los materiales y herramientas a utilizar para así seguir los pasos que estarán estipulados en el Manual de confección de sistema de captación de aguas lluvias entregado en conjunto al presente informe durante la capacitación virtual.

Conclusión

Los captadores de aguas lluvias se posicionan como una alternativa versátil y de fácil construcción para enfrentar el panorama que se proyecta para los próximos años en la macrozona sur.

Estos son además una buena opción para cosechar el agua lluvia. Precipitación que no estaba siendo utilizada y además evita la erosión natural del suelo causada por esta.

Por otro lado la utilización de captadores de agua lluvia por techo complementa perfectamente el uso de pozos (Aguas subterráneas), fuente principal de obtención de agua en comunidades de escasos recursos.

En general el SCALLT es un proyecto muy adaptable a las necesidades de una población, se ejecuta acorde a las superficies disponibles o bien a una cuota de agua min para satisfacer a la demanda de la zona; es sencillo de construir, no necesita mayores cuidados y es un modelo muy replicable.

Consideramos que dados los pronósticos y el contexto aquí presentado, es necesario tomar acción en la macrozona sur y no descansar en la idea de que las zonas norte y centro de Chile son las únicas que se verán afectadas.

Bibliografía

- Carrasco, J., Aguirre, C., & Cáceres, E. (2019). *Técnica de captación y acumulación de aguas lluvia "modelo INIA" apropiada para la pequeña agricultura*. Rancagua.
- CHILE, N. U. (2021). *Escasez Hídrica en Chile: Desafíos Pendientes*.
- COSUDE. (2004). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*. Lima.
- Jan Van Wambeke. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia*. Santiago: FAO.
- Jiménez, J. C. (2016). *Técnicas de captación, acumulación y aprovechamiento de aguas lluvias*. Rengo.
- Pizarro, R., Abarza, A., Morales, C., Calderon, R., Tapia, J., Garcia, P., & Cordoba, M. (s.f.). *Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile*.