

SISTEMA DE COSECHA DE AGUAS LLUVIAS CON ACUMULACIÓN EN CISTERNAS FLEXIBLES. (PASOS A SEGUIR PARA SU INSTALACIÓN)

Patricio Abarca Reyes

David Mora López

Luis Silva Rubio

Cristian Aguirre Aguilera

José Olguín Rubio

Jorge Carrasco Jiménez

Situaciones producidas en los últimos años a consecuencia del cambio climático, han permitido un gran déficit del recurso hídrico en gran parte del país. La disminución de precipitaciones, agotamiento de fuentes naturales de agua, y la ineficiencia de este recurso, han originado que la escasez de agua se agudice cada vez más en el territorio nacional.

En la actualidad, la desertificación no sólo se observa en el norte de nuestro país, su desplazamiento hacia el sur cada vez es más relevante, si se considera a este término, como pérdida natural de vegetación por ausencia de humedad en el suelo.

Las condiciones señaladas anteriormente y la continua necesidad de agua para múltiples fines productivos, como el riego de cultivos y bebida animal, permiten que técnicas como la captación de aguas lluvias sea una alternativa viable para la pequeña agricultura.

Como se señaló en el capítulo anterior, el sistema de captación de aguas lluvias, entre otras técnicas, incorpora la colecta de

precipitaciones desde superficies limpias. Habitualmente se utilizan techos de casas o bodegas para recoger las aguas lluvias, y luego se derivan a través de canaletas hasta estanques de gran capacidad (5.000 a 20.000 litros), y finalmente ser utilizada con fines agrícolas productivos.

El trabajo desarrollado por INIA, en conjunto con INDAP y los distintos PRODESAL, en las comunas del secano costero e interior de las regiones de O'Higgins y Del Maule, a través de la implementación de unidades de captura de agua lluvia y sistemas de acumulación de la misma, ha permitido a productores agrícola de estas comunas realizar producción de hortalizas y forraje verde hidropónico en invernaderos, de una manera sustentable y de calidad, con alta eficiencia en el uso del agua.

Para la captación de aguas lluvias desde los techos de casas y bodegas, la conducción de las aguas lluvias se realiza generalmente con canaletas de material PVC y la acumulación puede ser en cisternas de ferrocemento, estanques de polietileno o cisternas flexibles. Estas últimas presentan características importantes que podrían condicionar su uso. A continuación se mencionan las principales cualidades de las cisternas flexibles:

- Son flexibles, pueden doblarse y ser guardadas en pequeños espacios, facilitando especialmente el transporte.
- Su altura máxima suele ser baja, permitiendo utilizar techos de menor altura para la colecta de lluvias.
- La entrada de agua al estanque desplaza simultáneamente el aire contenido en su interior, lo cual impide la proliferación de algas.
- Es un sistema que se adapta mejor a cualquier sistema de colecta de aguas lluvias.

- El líquido almacenado se mantiene siempre limpio, sin evaporación, y sin contaminación exterior.
- Es de fácil instalación, sólo necesita de superficies niveladas y libres de elementos puntiagudos.
- En caso de roturas leves, puede ser reparada fácilmente aun estando con agua.
- Está construido con un material de alta resistencia y muy duradero.
- Es resistente a temperaturas extremas, tanto frías como cálidas.

La instalación de un sistema de cosecha de aguas lluvias con almacenamiento en cisterna flexible, suele ser un trabajo sencillo, no obstante, pequeños errores pueden llevar a problemas o fallas en su funcionamiento. En consideración a lo señalado, y para realizar una correcta instalación se deben seguir los siguientes pasos:

1. INSTALACIÓN DE CANALETAS DE PVC

Para la instalación de canaletas, ya sean metálicas o de PVC se debe previamente colocar una madera para la sujeción de los ganchos (tapacán), normalmente una tabla de pino no menor a 20 cm de ancho, comercialmente vendida con las dimensiones de 1" x 8". Una madera de menor ancho complicaría entregar una pendiente adecuada para la canaleta. Una vez instalado el tapacán se debe elegir el extremo del techo por la cual se evacuará el agua recibida, de tal modo de marcar la ubicación de ganchos y la bajada de agua.

- a) Sobre el tapacán y a una distancia promedio de 15 cm desde la orilla, ubicar un trozo de canaleta, de este modo observar la ubicación del primer gancho de sujeción (**Figura 1**).



Figura 1. Ubicación del primer gancho de sujeción para dar inclinación a la canaleta.

- b) Marcar con lápiz y colocar un pequeño clavo por debajo de la posición del primer gancho de sujeción (**Figura 2**)



Figura 2. Ubicación de una lienza para nivelación de canaleta y ganchos de sujeción.

- c) En el otro extremo del tapacán donde irá ubicada la bajada de agua, colocar otro clavo para estirar la lienza, de este modo, dar la pendiente a la canaleta y la posición de los ganchos de sujeción. La pendiente mínima no debe ser menor a 4 mm por cada metro lineal. Por ejemplo, si la distancia total es de 9 metros, la diferencia de altura entre los ganchos extremos será de 3,6 cm.
- d) Las canaletas de PVC miden habitualmente 4 m de largo, lo cual, se debe marcar esta distancia desde el comienzo del techo y a lo largo del Tapacán según la cantidad de canaletas a utilizar (4 m, 8 m, 12 m, etc.). En la marca del término de cada canaleta medir 15 cm a cada lado, con motivo de ubicar un par de ganchos cercanos a la unión de las canaletas para mayor resistencia de éstas (**Figura 3** y **Figura 4**).



Figura 3. Marca para determinar la unión de canaletas y ubicación de ganchos cercanos a ella.



Figura 4. Ganchos de sujeción ubicados a 15 cm desde la unión de las dos canaletas.

- e) Se recomienda en promedio ubicar ganchos de sujeción a unos 60 cm entre ellos y no a más de 15 cm desde las uniones y bajadas de agua para entregar mayor resistencia de la canaleta al peso del agua, por lluvias intensas (**Figura 5**).
- f) Lijar y pegar todas las tapas y uniones posibles en piso, permitiendo el pegado entre canaletas en altura sobre los ganchos (**Figura 6**).



Figura 5. Ganchos de sujeción ubicados al costado de la bajada de agua.



Figura 6. Unión de canaletas en altura, para facilitar montaje.

2. TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN Y FILTRADO

Las tuberías de PVC utilizadas para la conducción de aguas lluvias, habitualmente presentan una longitud de 3 metros de largo, permitiendo la bajada de agua desde el techo hasta el suelo. Esta corta longitud perjudica la conexión de aguas desde dos techos (o dos aguas), principalmente por la ausencia de fittings para la conexión de tubos.

a) Conexión de tuberías para dos aguas de una casa

En la **Figura 7**, se observan las conexiones a realizar para unir dos aguas de una casa, utilizando tubos de bajada de 80 mm de diámetro, copla de bajada de tubo y una Tee sanitaria de PVC de 75 mm, esta última adaptada al sistema, ya que como se señaló anteriormente no existen accesorios (fittings) para unir tubos de 80 mm.



Figura 7. Diseños de conexión de dos aguas a través de Tee sanitaria de 75 mm.

La ubicación de tubos de bajada de agua, para unir techos de dos aguas, debe ser siempre, uno en forma vertical y otro horizontal, pues la Tee sanitaria de 75 mm presenta dos entradas hembra y una macho, condicionando solamente esta posición (**Figura 8**).



Figura 8. Filtro de polietileno para retener impurezas de mayor tamaño, como hojas e insectos.

b) Sistema de filtrado

El agua lluvia colectada para fines agrícolas, ya sea para riego de hortalizas o bebida animal, debe almacenarse lo más limpia posible. Para ello se debe utilizar un sistema de filtrado antes de la entrada del agua a la cisterna flexible, con el propósito de retener partículas que puedan tapan la salida de agua, la bomba hidráulica o el sistema de riego por goteo en el caso que se utilice para un invernadero. El filtro debe ubicarse a una altura mínima de 1,5 m desde el nivel basal de la cisterna, asegurando de esta forma que el llenado se realice de forma completa. En la Figura 8, se muestra un filtro de polietileno en la cual al caer el agua por el tubo de bajada, ésta se encuentra con una tapa inclinada, obligándose a pasar por una rejilla con separaciones de 1,5 mm, en la **Figura 9**, se muestra un cuerpo de bronce con malla cilíndrica en su interior de aproximadamente 30 mesh (30 hilos por pulgada lineal), siendo este último filtro más fino que el de polietileno.



Figura 9. Filtro con cuerpo de bronce utilizado para retención de partículas pequeñas

3. INSTALACIÓN DE CISTERNA FLEXIBLE

La instalación de una cisterna flexible no presenta un trabajo complejo, una de las consideraciones más importantes es la nivelación del terreno, la cual además debe estar libre de piedras o cualquier elemento que por presión sobre la cisterna, pueda generar una rotura en el estanque (**Figura 10**). El suelo debe quedar bien compactado, de modo que no ceda vertical ni lateralmente al momento que el estanque se encuentre a máxima capacidad.



Figura 10. Nivelación de terreno para ubicación de cisterna flexible.

a) Conexión desde el filtro a la cisterna flexible

Independiente del tipo de filtrado utilizado, la conexión desde el filtro hasta la cisterna flexible se realiza con tuberías rígidas y flexibles de 50 mm, diámetro suficiente para conducir el agua y su correcta entrada.

Dependiendo del tipo de cisterna, algunas presentan la entrada de agua por el costado, en cambio otras, lo hacen por la parte superior. Esto condiciona que la tubería rígida de PVC al llegar hasta a la cisterna tenga una altura de 50 ó 120 cm. En la **Figura 11**, se muestran las conexiones desde el sistema de filtrado hasta la cisterna flexible utilizando tuberías de 50 mm.



Figura 11. Izquierda: Instalación de cisterna flexible con entrada lateral y filtro de bronce. Derecha: Instalación de cisterna flexible con entrada superior y filtro de polietileno.

Una vez instalado el sistema de captación, conducción y almacenamiento de agua, se puede incluir un techo de zinc y madera que la proteja de la radiación solar (**Figura 12**). Incluso ese mismo techo, serviría como una alternativa para coleccionar agua lluvia, e incorporarla al interior de la cisterna. Además, es recomendable incorporar un cierre al contorno de la cisterna flexible, para impedir el ingreso de animales y una posible rotura por mordeduras (perros, roedores, etc). En el mejor de los casos, el cierre perimetral puede ser construido con planchas de zinc de una altura aproximada de 1,2 m, más unos 30 cm enterrado (1,5 m en total).

Posterior a las precipitaciones, el agricultor debe preocuparse de una mantención básica de la unidad. Se recomienda limpiar periódicamente canaletas y sistema de filtrado, de tal modo que no colapsen las tuberías y se originen roturas por exceso de peso en el sistema.



Figura 12. Cisterna flexible de 10.000 litros a máxima capacidad de acumulación de agua, techo de zinc y madera de protección. Litueche, Región de O'Higgins.

En la actualidad, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, a través de un proyecto conjunto que desarrolla con la CNR, tiene instalado sistemas de captación de aguas lluvias en las regiones sur del país (Los Lagos, Aysén, y Magallanes), siendo las cisternas flexibles una de las alternativas más adecuadas para la acumulación de las aguas colectadas, permitiendo el aprovechamiento de estas últimas en la agricultura familiar campesina, ya sea para riego de hortalizas en invernadero y/o bebida animal. En la **figura 13**, se observa una cisterna flexible de 10.000 litros a máxima capacidad de llenado, instalada en la localidad de Puerto Natales, Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Cuando las cisternas han completado su capacidad, con las lluvias sucesivas comienzan a rebalsar a través de una salida ubicada en la parte superior.

Las unidades de cosecha de aguas lluvias construidas por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias utilizando cisternas flexibles, se han realizado con capacidad de acumulación de 10.000 litros, y superficies de techos en promedio de cincuenta metros cuadrados (50 m²), esto último condiciona si se utiliza una o más caídas de agua desde los techos, por tanto, variando a su vez la cantidad de materiales a



Figura 13. Cisterna flexible a máxima capacidad con sistema de colecta de aguas lluvias. Comuna de Natales, Región de Magallanes y la Antártica chilena. Proyecto de desarrollo convenio INIA-CNR.

utilizar por cada unidad. En el **Cuadro 1**, se describen los materiales a utilizar en un sistema de colecta de agua lluvias, utilizando una cisterna de 10.000 litros y dos caídas de agua de una casa.

Cuadro 1. Materiales y costos, para un sistema de colecta de aguas lluvias, utilizando una cisterna flexible de 10.000 litros, para la acumulación de aguas lluvias.

Materiales	Dimensión	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	U.F.
Canaleta de PVC	4 m	5	3.490	17.450	
Tapas de PVC para canaleta	Estándar	4	900	3.600	
Ganchos de PVC para sujeción	Estándar	32	800	25.600	
Unión de PVC para canaleta	Estándar	2	850	1.700	

Continuación del cuadro 1.

Material	Dimensión	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	U.F.
Bajada PVC para canaleta	Estándar	2	3.110	6.220	
Codo PVC	80 mm 87,5°	3	1.590	4.770	
Codo PVC	80 mm 67,5°	3	1.390	4.170	
Tubo de bajada PVC	80 mm	3	3.140	9.420	
Copla tubo de bajada	80 mm	4	1.790	7.160	
Tee sanitaria PVC	75 mm	1	1.315	1.315	
Abrazaderas PVC	80 mm	9	600	5.400	
Filtro bronce	2"	1	33.757	33.757	
Terminal PVC SO – HE	63 – 2"	2	1.505	3.010	
Reducción PVC	63 – 50 mm	1	1.430	1.430	
Reducción larga	75 – 63 mm	1	1.085	1.085	
Tubería hidráulica	50 mm – 3 m	2	4.190	8.380	
Abrazaderas PVC	50 mm	6	400	2.400	
Codos PVC	50 mm	4	630	2.520	
Manguera flexible	50 mm – 1 m	2	3.613	7.226	
Abrazaderas metálicas	40 – 60 mm	2	1.390	2.780	
Cisterna flexible	10.000 L	1	999.600	999.600	
Pegamento para PVC	250 ml	1	1.762	1.762	
Lija	Nº 80	2	330	660	
Costo total unidad				1.151.415	44.98

* Tanto la disponibilidad de materiales como los precios pueden variar dependiendo del proveedor y ciudad donde se adquieran.

** El valor de la UF, corresponde a \$ 2.548,4 del 30 de noviembre del año 2015.