

CISTERNAS DE FERROCEMENTO:



TECNOLOGÍA ADECUADA PARA LA ACUMULACIÓN DE AGUAS LLUVIAS BAJO CONDICIONES DE SECANO

David Mora L.

Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué.

Jorge Carrasco Jiménez

Dr. Ingeniero Agrónomo, INIA Rayentué.

Para la captación o cosecha de aguas lluvias desde los techos de las viviendas u otras estructuras similares, se requiere instalar un mecanismo de colecta y conducción de ellas, que se realiza mediante canaletas y tuberías que la conducen a un depósito acumulador. Así, la cantidad de agua que se logre acumular dependerá de la precipitación anual de la zona y de la superficie de captación disponible.

Para el almacenamiento del agua captada existen diversas alternativas tecnológicas, de las cuales, las más comúnmente utilizadas son los estanques de plástico polietileno, las cisternas de ferrocemento, y otros.

Esta cartilla divulgativa, pretende promover la utilización de tecnologías innovadoras para las condiciones de escasez de agua en el secano, como las cisternas de ferrocemento, por su mayor capacidad de acumulación de agua y mejor calidad higiénica de ellas, en comparación con otras alternativas.

1. VENTAJAS DE LAS CISTERNAS DE FERROCEMENTO

Las cisternas de ferrocemento poseen algunas ventajas y desventajas que se deben considerar al momento de implementarlo.

Las ventajas de dicho sistema son:

- Permite acumular un mayor volumen de agua, en comparación con otros sistemas.
- Al ser un sistema cerrado, existe menor riesgo de contaminación por microorganismos, además mantiene el agua más fría, comparándola con otros sistemas de acumulación.
- Si se tienen los cuidados necesarios en la colecta, el agua acumulada es más limpia y puede usarse para consumo humano.
- Al ser más resistente, tiene una mayor duración en el tiempo.

Por otra parte, la desventaja que ofrecen las cisternas de ferrocemento, es el tener un costo mayor que los estanques de polietileno, pudiendo ser una limitante para familias de bajos recursos económicos.

2. CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA DE FERROCEMENTO

El ferrocemento es un material similar al concreto en el que se elimina el uso de áridos y en lugar de reforzarlo con barras de acero se utilizan varias capas de malla hexagonal o de gallinero, malla "acma" y algunas varillas de fierro, formando un entramado que se recubre con el material de cemento y arena, lo cual presenta ventajas en la construcción de estructuras especiales de espesor pequeño, donde la geometría de la cisterna con forma de cilindro, le otorga una rigidez y resistencia adecuada. Al no emplear grava o gravilla, la mezcla cemento-arena, puede adherirse fácilmente al entramado de mallas recubriéndola sin el uso de molduras, resultando en un sistema artesanal muy ventajoso para la construcción de una cisterna.

Al respecto, la cisterna de ferrocemento es una estructura cilíndrica que permite almacenar agua de las diversas fuentes existentes. El agua así almacenada, puede ser usada en la producción de hortalizas en la temporada seca mediante un sistema de riego por goteo, por ejemplo:

2.1. Selección del sitio de construcción

Las cisternas de ferrocemento pueden construirse a nivel superficial o semienterradas, sin embargo, en ambos casos la obra se deberá ubicar en un lugar firme, evitando áreas susceptibles a encharcamientos o con suelo demasiado suelto. Por otra parte, la cisterna no debiera quedar alejada del área de captación (cuando el objetivo es cosechar aguas lluvias) con el propósito de ahorrar en tuberías de conducción.

2.2. Diseño

Para el diseño de una cisterna de ferrocemento se recomienda que su construcción posea una estructura cilíndrica monolítica, para aprovechar las cualidades mecánicas del mismo, como es su gran resistencia a la presión, considerando el bajo espesor de las paredes (4 a 6 centímetros). Además, esta forma geométrica permite tener una mayor capacidad de almacenamiento, ya que cuenta con menos superficie que otras formas cúbicas, lo que la hace más económica (**Foto 1**).



Foto 1. Diseño cilíndrico de una cisterna, lo que le facilita una gran resistencia a la presión del agua.

Debe tener una entrada de agua y una tapa metálica, donde pueda entrar una persona para realizar las labores de mantención necesarias. Debe tener una salida de agua ubicada a 40 cm del piso, para que la cisterna siempre tenga agua en su interior, evitando así el vaciado completo de ella.

El diámetro y la altura de la cisterna son variables, dependiendo de la cantidad de agua que se quiera almacenar. A continuación, se presenta la ecuación necesaria para realizar el cálculo de volumen del cilindro:

$$\text{Volumen del cilindro} = \pi \times r^2 \times h$$

Donde:

$$\pi = 3,14$$

$$r^2 = \text{radio del cilindro al cuadrado (m}^2\text{)}$$

$$h = \text{altura del cilindro (m)}$$

Ejemplo 1.

Si se quiere construir una cisterna de 10.000 litros de capacidad, entonces se deberá definir la altura y el diámetro de la cisterna. La altura será de 1,5 metros y el diámetro de 3 metros (el radio corresponde a la mitad del diámetro), al aplicar la ecuación y reemplazar, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Volumen del cilindro} &= 3,14 \times 1,52 \times 1,5 \\ &= 3,14 \times 2,25 \times 1,5 \\ &= 10,597 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Con dichas dimensiones, la cisterna podrá acumular 10.597 litros. Sin embargo se deberá considerar 30 cm de altura extra como corona en la estructura de ella.

2.3. Armado y revestimiento del cilindro

2.3.1. Armado

Las paredes de la cisterna se construirán formando el esqueleto con malla acma, uniéndola de manera de formar un cono, la cual será reforzada con barras de fierro Nº8 alrededor de la misma (**Foto 2**).



Foto 2. Esqueleto de la cisterna que brindará mayor firmeza a la estructura

2.3.2. Revestimiento

Una vez terminado el cilindro con las mallas fijadas a su alrededor se procede a revestirlo, por ambas caras, con una mezcla de arena y cemento impermeabilizado (**Foto 3**).



Foto 3 (a y b). Instalación del cimbrado para el revestimiento de la cisterna y aplicación de la primera mano de mezcla de arena y cemento exterior

2.4. Construcción de la cubierta de la cisterna

Cuando las paredes de la cisterna se encuentran terminadas se procede a la construcción de la cubierta de la cisterna, la cual debe ser de forma convexa con barras de fierro, para que la estructura pueda resistir mejor el peso del revestimiento que se le dará.

En la parte superior de la cisterna se debe dejar un acceso para realizar las labores de mantención de ella. Para ello las barras deben formar un arco por sobre la cisterna, con el objetivo de dar mayor firmeza a la cubierta. Posteriormente, se cubrirá el esqueleto en su totalidad con malla "acma" y encima de esta se colocará malla de harnero para facilitar la adherencia del mortero (**Foto 4**)

Si se llegan a producir filtraciones, se puede utilizar una pintura asfáltica, especial para impermeabilizar estanques o contenedores que estén en contacto con el agua, las cuales son fáciles de obtener en el comercio.



Foto 4. Revestimiento de la cubierta con malla "acma" y malla de "harnero".

3. COSTOS DE MATERIALES PARA UN ESTANQUE DE FERROCEMENTO

Dimensiones: 3 m diámetro y 1,50 m de altura.
Volumen: 10,6 m³, que permite acumular 10.600 litros de agua.

Al costo de materiales, además se debe agregar el costo de mano de obra de \$ 450.000 a \$ 500.000, que incluye dos operarios, por lo cual el valor total para una cisterna o estanque de ferrocemento, va de \$ 856.100 a \$ 906.100.

4

Cuadro 1. Costos de materiales para la construcción de una cisterna de ferrocemento

Materiales	Cantidad	Precio	Total
Malla acma 15 x 15	3	17.900	53.700
Malla gallinero (1,2 x 50 m)	1	46.500	46.500
Arena fina (m ³)	3	15.000	45.000
Ripio (m ³)	1	15.000	15.000
Alambre recocido N° 18 (kg)	2	1.250	2.500
Barra fe estriado (8 mm)	16	1.800	28.800
Barras fe liso (6 mm)	11	1.300	14.300
Impermeabilizante (18 lt)	3	18.000	54.000
Cemento	19	3.500	66.500
Madera prensada Cholguán	6	6.350	38.100
Tablas de tapa 1x4"	40	750	30.000
Tubería PVC C10 (63 mm)	1	11.690	11.700
TOTAL	406.100		



Proyecto financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad FIC-R 2011, Gobierno Regional de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.



