



TANQUES DE FERROCEMENTO

Una opción tecnológica para cosechar agua en tiempos de cambio climático, para poblaciones vulnerables en contextos dispersos



HELVETAS
Swiss Intercooperation

BOLIVIA



PROSUco
Promoción de la Sustentabilidad
y Conocimientos Compartidos


Fundación
PROINPA

Elaboración:

Ing. Dionicio Corina - *PROSUCO*

Revisión y edición:

María Quispe - *PROSUCO*

Concepto, diseño y diagramación:

Pedro Felipe Condori Miranda

Fotografías:

Ing. Dionicio Corina - *PROSUCO*

Impresión:

Teleioo SRL.

Depósito legal:

N° 4-2-2221-18

**Promoción de la Sustentabilidad de
Conocimientos Compartidos -
PROSUCO**

Dirección: Calle Agustín Aspiazu N° 458

Teléfono/Fax: 2412097

E-mail: prosuco.org@gmail.com

La Paz – Bolivia



TANQUES DE FERROCEMENTO

*Una opción tecnológica para cosechar agua en
tiempos de cambio climático, para poblaciones
vulnerables en contextos dispersos*

Contenido

Presentación	1
Introducción	6
1. El tanque de ferrocemento.....	7
1.1 Descripción de la tecnología.....	7
2. Diseño del tanque de ferrocemento y recomendaciones	8
2.1 Dimensión del tanque de ferrocemento	8
2.1.1 Base.....	8
2.1.2 Paredes	9
2.1.3 Tapa.....	9
2.2 Características de los techos y canaletas.....	9
2.3 Recomendaciones.....	10
2.3.1 Sobre el uso de agua para la construcción	10
2.3.2 Sobre el uso de arena para la construcción.....	10
2.3.3 Sobre la captación y mantenimiento del tanque	0
2.3.4 Sobre alternativas de desinfección del agua recolectada	1
2.3.5 Sobre la duración del agua almacenada.....	11
3. Construcción del tanque	12
3.1 Capacidades necesarias	12
3.2 Herramientas de trabajo necesarios.....	2
3.3 Materiales para un tanque de 5000 litro.....	14
3.4 Pasos para la construcción del tanque de 5000 litros.....	15
Paso 1. Elección y nivelación del sitio de construcción.....	15
Paso 2. Nivelación, trazado y empedrado del sitio	16
Paso 3. Armado de varillas para el canastillo de soporte.....	17
Paso 4. Vaciado del soporte del tanque.....	18
Paso 5. Armado del molde interior y cubierta.....	19
Paso 6. Armado del canastillo de fierro y encofrado.	19
Paso 7. Griferías y canaletas	23
Paso 8. Impermeabilización, sellado y pintado del tanque	24
Paso 9. Pintura y colocado de tapa de entrada.	5
Paso 10. Instalación de la tubería de PVC para captar el agua de lluvia	26
Paso 11. Mantenimiento	27
4. Costo de materiales para un tanque de ferrocemento.....	29
5. Corte de las barras de fierros galvanizados.	30

Presentación

La cOptatendant que entiossi bla dolorec estium fugit ipic totatias et premqui ideliqui doloriassi comnis ad qui ullibus eaquas rem quaspienime lam libusandaest harias quis saperae natque est, aut ipsunte mquatus venditiur moloritae pedictatios unti id quam, sus expliquo tem que conectur, sitate volo essitis que estrume eveliquo iunt, sanimet occus.

Nate sam quias esentot aspidebis ende pedi dolorernam eum que reptaep eribeaq uodipsum am ut este et ant optur? Et molorerror reicto tet vid et et fuga nullecto ommolorro eaquodia nos excersperit distrum, que experum et audam accum facide consequaspit quam que qui asimint, sitius simolorem iscilis et reptibusa doloremporia sinihic to doloraerro ex eat.

Endae peratem voles doluption necus solore, aut quasitias eaque pel es aut magnam rem et voluptaque nimoluptiis atia eium fuga disquam et et perupta es quiandel et, cum eos dolumquam accus suntiis eaquas undam non cuptaer namenisit, te re, omnim qui core nus, verum, si que adis mod quodi blaut optatempedic te rendi doluptatusam aut fuga. Ita illabo. Ebis magnatur rectatesequeniminul lacearchic te doles dis essum que vero dolum esciam que quibus sequatissunt accum hitaquat officati quatur, et od quamusam ea deliquia dolenem fugitint ullesciam dolorepratem fuga perovid quam, arum ulpa comnihit laborum qui que il ipsant.Bitatur? Otate doloribus asi berum qui ulla que sim eum, consequid earcide litatur?

Igendae peribuscius est harum lacearia posto de est, sus dolor minihicienim quibusa none volorpor andenissunt ea aut ipsam facepudi utet as sim ipsa consedia qui tem et plam accum harist

Introducción

La construcción de la resiliencia climática en condiciones del altiplano boliviano, requiere la concurrencia de la gestión de capacidades humanas, sociales y tecnológicas, que en su conjunto puedan hacer frente a los impactos de la variabilidad climática y cambio climático.

Una de las necesidades primordiales en las comunidades rurales es el acceso a agua, como elemento básico para desarrollar la vida humana y la vida productiva. Por tanto, contar con agua potable o al menos agua segura, para comunidades dispersas en un determinado territorio, requiere de opciones tecnológicas acordes a estas condiciones.

En este contexto, el proyecto de “Seguridad Alimentaria y Cambio Climático” ejecutado por la alianza HELVETAS Swiss Intercooperation, PROSUCO y PROINPA, vienen implementando acciones de apoyo a la producción primaria, transformación y comercialización en comunidades de la provincia Pacajes del departamento de La Paz. Si bien el proyecto no tenía contemplado acciones directas para trabajar sistemas de cosecha de agua, innovó la construcción de tanques de ferrocemento mediante moldes de acero, para resolver la necesidad de acceso y uso de agua para aquellos meses críticos de escasez.

Por tanto, el presente manual, es un aporte para que los pequeños productores y técnicos municipales cuenten con información y procedimiento para construir los tanques de ferrocemento.

1. El tanque de ferrocemento

1.1. Descripción de la tecnología

Consiste en cosechar agua de lluvia como una alternativa para el abastecimiento de agua, mediante la construcción de tanques de ferrocemento con capacidad de 5000 litros que permiten captar y almacenar el agua para el consumo humano y animal en periodos de escasez. Es una tecnología ecológica, limpia y efectiva en el que se aprovecha el agua de lluvia sin producir impactos al ambiente.

2. Diseño del tanque

2.1. Estructura

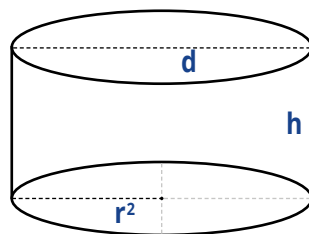
La estructura circular del diseño, hace al tanque mas resistente a la presión del agua almacenada en su interior.



2.2. Dimensión

El diámetro (**d**) y la altura (**h**) del **tanque de ferrocemento** son variables, dependiendo de la cantidad de agua que se quiera almacenar. A continuación, se presenta la fórmula necesaria para realizar el cálculo de volumen del cilindro:

$$\pi \times r^2 \times h = VC \text{ (volumen del cilindro)}$$



Dónde:

π = 3,14 (número pi)

r^2 = radio del cilindro (m²)

h = altura del cilindro (m)

d = diámetro del cilindro (m)

2.3. Volumen

Para un tanque de **5000 litros** equivales a un **VC** = 5 m³ (*metros cúbicos o cubos*) debe tener una altura (**h**) de 1,55 m y un diámetro (**d**) de 2,10 m, del cual el radio (**r²**) sería la mitad, es decir, 1,05 m.

Dónde:

π = 3,14 (*constante*)

r^2 = 1,05 m² (*mitad del diámetro*)

h = 1,55 m

d = 210 m

Formulación:

$$\pi \times r^2 \times h = VC$$

$$3,14 \times 1,05 \text{ m}^2 \times 1,55 \text{ m} = 5 \text{ m}^3$$

2.4. Proporciones de las mezclas de arena y cemento

Descripción	Arena	Cemento
Base del tanque	9 carretillas	3 bolsas
Paredes del tanque	24 carretillas	8 bolsas
Tapa del tanque	3 carretillas	1 bolsa
Revoque interno y externo	2 carretillas	1 bolsa
Total	38 carretillas	13 bolsas

Toda mezcla debe ser proporcionalmente 1:3, es decir, uno de arena y tres de cemento. A continuación, se brinda algunas recomendaciones para la base, paredes y tapa del tanque de ferrocemento.

a) Para la base

- La base del tanque debe ser una losa de 10 a 15 cm de espesor.
- La tubería de limpieza de 1 pulgada debe estar ubicada con una pendiente de 2% para facilitar el drenaje del agua.

a) Para la paredes

- La mezcla se aplica sobre las paredes del molde del tanque de ferrocemento.
- La pared debe tener un grosor de 7 a 8 cm.
- Colocar un tubo de "rebalse" a una altura de 1,50 m de altura.

a) Para la tapa

- El tanque debe tener una entrada de agua cubierta por una tapa metálica, con el fin de facilitar la entrada de una persona para la limpieza.

2.5. Características de los techos y canaletas

1. Es posible coleccionar agua de techos hechos de materiales limpios como: teja, calamina, cemento y otros.
2. Por el contrario **no** es recomendable coleccionar agua de techos de paja, dado que se arrastra numerosas partículas que pueden tapar los sistemas de colecta o distribución.
3. Viviendas con 14 m² de superficie de techo, pueden cosechar 5920 litros por año con una lluvia anual de 425 milímetros. Por tanto, se debe contar con canaletas para captar agua que corre del techo mediante una tubería de PVC.
4. Las canaletas deben estar lo suficientemente inclinadas hacia la tubería de descenso, para permitir que el agua fluya libremente hacia el tanque. Se debe conservar y limpiar las canaletas entre lluvias, para remover partículas extrañas y material fecal de los pájaros.

2.6. Recomendaciones

Sobre el uso de agua para la construcción

El agua debe estar limpia y no turbia, con el propósito de que la mezcla de arena y cemento a preparar, sea consistente para poder realizar los encofrados de la base, paredes y tapa, y no se presenten rajaduras.

Sobre el uso de arena para la construcción

La arena debe estar limpia y lavada, evitar el uso de arena salada o con presencia de residuos orgánicos animales y vegetales. Evitar el uso de arena que contenga polvo, tierra o barro, el mismo afecta en el fraguado de la mezcla en las paredes del tanque.

Sobre la captación y mantenimiento del tanque

Cuando se inicia la temporada de precipitaciones, el agua de la primera lluvia se debe dejar correr libremente por los techos, sin colectarla, por un período de 30 minutos, con el fin de lavar las superficies de recolección de impurezas. Pasado ese tiempo, se recolecta el agua al tanque de ferrocemento, de esta forma se asegura el acopio de agua más limpia.

Sobre la instalación de un filtro de agua pluvial

Antes de recibir el agua en el tanque, se debe instalar un filtro en el punto de entrada de la tapa del tanque, el mismo ayudara a detener las hojas, ramas, y otros que pudiera arrastrar el agua desde el techo de la vivienda. Es importante en la temporada de lluvias revisar y limpiar bien los techos de captación de agua.

☑ *Sobre alternativas de desinfección de agua recolectada*

Si se hace correctamente la desinfección del agua, esta será totalmente segura. Los métodos más efectivos se mencionan a continuación:

- **Hervir el agua.** Hervir el agua por 5 minutos mata todos los microorganismos. Ponga el agua a hervir a fuego fuerte. Una vez que empiece a hervir, deje que hierva por 5 minutos mas y luego retire la olla para enfriar.
- **Método SODIS.** La desinfección solar es una manera muy efectiva para purificar el agua con tan sólo la luz del sol y una botella plástica. Antes de llenar el agua a las botellas, se debe filtrar y asentar el agua, luego se coloca las botellas en un lugar abierto donde no haya sombra y reciban la mayor parte del día los rayos del sol. Deje la botella al sol por lo menos 6 horas en un día soleado o 2 días si está nublado.
- **Uso de gotitas de cloro.** Para desinfectar el agua se puede utilizar 2 gotas de cloro o lavandina en un litro de agua y dejar reposar de 20 a 30 minutos antes de consumirla. De igual manera se puede utilizar una pastilla potabilizadora (se adquiere en farmacias) en tres litros de agua clara una pastilla; si el agua es turbia una pastilla potabilizadora por litro y dejar reposar de 20 a 30 minutos.

☑ *Sobre la duración de agua almacenada*

Los 5000 litros de agua almacenada alcanzan para 5 o 6 meses, para una familia con 4 miembros, considerando un consumo diario de 24 litros/día.

✓ Sobre el consumo de agua

Según datos de la OMS (*Organización Mundial de la Salud*), el consumo de agua que debe tomar un individuo sano, oscila entre 6 a 7 vasos de agua diarios (*aproximadamente 2 litros*), el cual se considera como el mínimo necesario para mantener una adecuada hidratación y buena salud en general.

Cuota mínima de “supervivencia”

Individuos: 4 a 6 litros diarios por persona (*sostenible sólo por unos pocos días*).

- **Para beber:** 2 a 3 litros diarios por persona.
- **Para preparación de comida, limpieza:** 2 a 3 litros diarios por persona.

Cuota a mediano plazo

Individuos: 10 a 13 litros diarios por persona (*sostenible por unos pocos meses*).

- **Para beber:** 2 a 3 litros diarios por persona.
- **Para preparación de comida, limpieza:** 2 a 3 litros diarios por persona.
- **Para higiene personal:** 6 a 7 litros diarios por persona.

Ganado y agricultura.

- **Reses, caballos, mulas:** 20 a 30 litros por cabeza.
- **Cabras, ovejas, cerdos:** 10 a 20 litros por cabeza.
- **Pollos:** 10 a 20 litros por cada 100.
- **Vegetales:** 3 a 6 litros por metro cuadrado.

3. Construcción de tanque de 5000 litros

3.1. Capacidades necesarias

- La construcción del tanque debe ser orientada y coordinada por alguien que domine la tecnología de la construcción del tanque de ferrocemento (*por ejemplo Yapuchiris*).
- En algunos casos se practica el *ayni* basado en la cooperación y solidaridad recíproca donde las familias ayudan en la construcción.
- Normalmente es necesario un grupo de 5 a 6 personas para la construcción del tanque en menos de 4 días, dependiendo de las condiciones climáticas u otros inconvenientes.

3.2. Herramientas de trabajo necesarias

- | | |
|---------------------------------|---|
| 26 estacas metálicas de 0,40 cm | 1 plancha plana metálica |
| 4 alicates | 1 prensa pequeña |
| 3 ganchos de amarre | 1 tijera hojalatera o acodada |
| 3 palas | 4 baldes de 20 litros |
| 2 escaleras de madera de 3 m | 4 botes metálicos para mezcla |
| 2 llaves stilson | 1 cernidor para la arena |
| 2 picos | 1 malla de mosquitero plástico (1m cuadrado). |
| 1 arco y su sierra metálica | 1 tarraja para tubos PVC de 1 pulgada |
| 1 barrilejo plano metálica | 1 turril plástico o metálico de 150 litros. |
| 1 carretilla | 1 molde circular desarmable anilla, tapa y soporte del tanque (<i>foto 1 y 2</i>) |
| 1 combo metálico | |
| 1 flexómetro de 5 m | |
| 1 fortacho plano de madera | |
| 1 nivel de mano | |



Foto 1. Molde circular desarmable interno y externo del tanque de ferrocemento.



Foto 2. Molde circular desarmable y soporte de la tapa del tanque

3.3. Materiales necesarios para construir el tanque

- 13 bolsas de cemento.
- 8 barras de fierro corredizo de $\frac{1}{4}$ pulgada.
- 8 barras de fierro corredizo de $\frac{3}{8}$ pulgada.
- 5 carretillas de piedra manzana.
- 4 kilos de alambre de amarre
- 4 litros de Impermeabilizante **"Sika-1"**.
- 3,6 litros de impermeabilizante blanco **"Recuplast"**.
- 3 codos PVC **"tigre"** de 3 pulgada.
- 2 cubos de arena fina.
- 2 cubos de arena corriente.
- 1 hoja de sierra metálica.
- 1 codo metálico **"Tupy"** de 1 pulgada.
- 1 grifo de agua de fierro galvanizado de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- 1 reducción copla PVC **"tigre"** de $\frac{3}{4}$ de pulgada a $\frac{1}{2}$ pulgada.
- 1 reducción copla **"Tupy"** de 1 pulgada a $\frac{1}{2}$ pulgada.
- 1 rollo de alambre tejido de 50 metros.
- 1 Tapa metálica pintada de color blanco.
- 1 tapón de PVC **"tigre"** de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- 1 tapón PVC externo de 3 pulgada.
- 1 cinta teflón.
- 1 tubo de PVC **"tigre"** de 1 pulgada de 1,5 m. Tarrajar ambos lados.
- 1 tubo de PVC **"tigre"** de 3 pulgada, 4 metros.
- 1 tubo de fierro galvanizado de $\frac{3}{4}$ pulgada de 50 cm. Tarrajar un lado.

3.4. Materiales necesarios para construir el filtro



Tubo té PVC de 3 pulgada



Tubo PVC de 3 pulgada



Reducción de 4 pulgada a 3 pulgada PVC



Tubo PVC de 4 pulgada



Bola de jebe (plastaformo)



Flange PVC "Tigre" de ½ pulgada



Grifo plástico de ½ pulgada



Cinta teflón de ½ pulgada



Tapa PVC externo de 4 pulgada



Tornillos de 1 pulgada



Pegamento para PVC



Taladro y brocas

3.5. Cronograma de trabajo

Día	Pasos del la guía de construcción											
1ero	1	2	3	4								
2do					5	6						
3ero							7					
4to								8	9	10	11	

3.6. Costo de los materiales para el tanque

Para la realización de un tanque de ferrocemento con una capacidad de 5000 litros es necesario los siguientes materiales:

Materiales para el tanque de ferrocemento	Cantidad	Precio Unit (Bs)	Total (Bs)
Barra fierro corredizo de $\frac{3}{8}$	8	35,7	285,6
Barra fierro corredizo de $\frac{1}{4}$	8	14,2	113,6
Cemento (bolsa)	13	55	715
Arena fina 2 m ³	1	220	220
Arena corriente 2 m ³	1	200	200
Tapa metálica	1	200	200
Rollo de alambre tejido (50 m)	1	145	145
Impermeabilizante "Recuplast" color blanco (3,6 litros)	1	140	140
Piedra en carretilla	4	25	100
Impermeabilizante "Sika" (1 litro)	3	24	72
Tubería de PVC de 3 pulgada de 4 m	1	48	48
Grifo de agua de $\frac{1}{2}$ FV	1	45	45
Alambre de amarre (kg)	4	12	36
Tubo plástico de 1 pulgada tarrajado dos lados (1,5 m)	1	25	25
Codos de 3 pulgada PVC	4	6	24
Tubo de FG de $\frac{3}{4}$ tarrajado un lado (0,50 m)	1	20	20
Reducción de 1 a $\frac{1}{2}$ copla "Tupy"	1	16	16
Codo metálico de 1 pulgada "Tupy"	1	12	12
Sierra metálica	1	7,8	7,8
Tapón externo de 3 pulgada PVC	1	6	6
Reducción de $\frac{3}{4}$ a $\frac{1}{2}$ copla plástico	1	5	5
Teflón	1	2	2
Tapón de $\frac{1}{2}$ plástico	1	2	2
SUBTOTAL MATERIALES TANQUE			2440

Materiales para un filtro	Cantidad	Precio Unit (Bs)	Total (Bs)
Tubería PVC de 1,33 m de 4 pulgada	1	25	25
Grifo plástico de ½ pulgada	1	25	25
Flange PVC "Tigre" de ½ pulgada	1	20	20
Tubería PVC de 0,80 m de 3 pulgada	1	15	15
Tubo té PVC de 3 pulgada	1	8	8
Tapa externo PVC de 4 pulgada	1	8	8
Pegamento para PVC	1	7	7
Reducción PVC de 4 pulgada a 3 pulgada	1	6	6
Cinta teflón de ½ pulgada	1	2	2
Tornillos de 1 pulgada	1	1	1
SUBTOTAL MATERIALES FILTRO			117

Materiales para el tanque de ferrocemento	Cantidad	Precio día (Bs)	Total (Bs)
SUBTOTAL MATERIALES TANQUE			2440
SUBTOTAL MATERIALES FILTRO			117
Mano de obra calificada (3 días)*	3	120	360
COSTO TOTAL**			2917

* La mano de obra solo cubre el asesoramiento técnico del armado del soporte, canastillo, tapa hasta el vaciado del tanque de ferrocemento.

** Los costos considerados, corresponden a ferreterías, cerrajerías y mano de obra, fueron cotizados el 30 de noviembre de 2017.

3.7. Corte de las barras de fierros

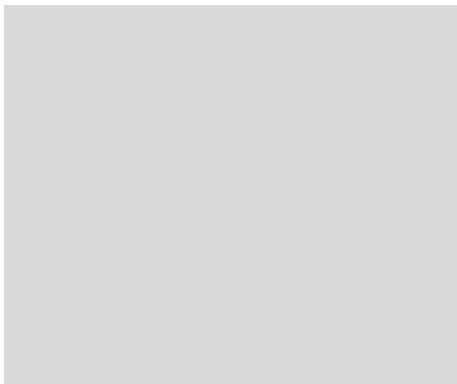
Barra de fierro de 1/4 de pulgada de 12 m	Barras círculo del canastillo	Barras soporte de tapa	Barras soporte del cimientó	Barras para media luna tapa
Barra 1	1 unidad de 7 m	3 unidades de 1 m	1 unidad de 1,35 m	1 unidad de 2,65 m
Barra 2	1 unidad de 7 m	3 unidades de 1 m	1 unidad de 1,35 m	
Barra 3	1 unidad de 7 m	1 unidad de 1 m		1 unidad de 4 m
Barra 4	1 unidad de 7 m	3 unidades de 1 m		1 unidad de 1,25 m
Barra 5	1 unidad de 7 m	5 unidades de 1 m		
Barra 6	1 unidad de 7 m		1 unidad de 1,35 m	1 unidad de 3,65 m
Barra 7	1 unidad de 7 m		2 unidades de 1,35 m	
Barra 8	1 unidad de 7 m			1 unidad de 5 m
TOTAL	8 unidades	15 unidades	5 unidades	5 unidades

Barra de fierro de 3/8 de pulgada de 12 m	Barras círculo del canastillo	Barras soporte de tapa	Barras soporte del cimientó	Barras para media luna tapa
Barra 1	6 unidades de 1,55 m		2 unidades de 1.35 m	
Barra 2	6 unidades de 1,55 m		2 unidades de 1.35 m	
Barra 3	6 unidades de 1,55 m		2 unidades de 1.35 m	
Barra 4	6 unidades de 1,55 m		2 unidades de 1.35 m	
Barra 5	2 unidades de 1,55 m	3 unidades de 1 m	4 unidades de 1.35 m	
Barra 6			1 unidades de 1.35 m	1 unidad de 5.35 m 3,90 m - 1.40 m
Barra 7		12 unidades de 1 m		
Barra 8			8 unidades de 1.35 m (Círculo central tapa)	
TOTAL	26 unidades	15 unidades	21 unidades	3 unidades

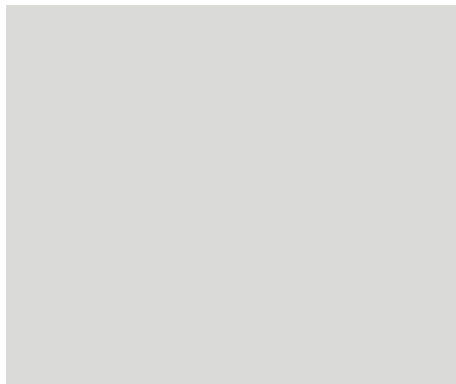
3.8. Guía de construcción

Paso 1. Elección y nivelación del sitio de construcción

Importante: Los tanques pueden construirse a nivel superficial o semienterradas. Por tanto, la selección del terreno donde se construirá es de suma importancia, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:



Debe ubicarse en un terreno firme, evitando suelos susceptibles a encharcamientos o suelos sueltos.



Debe ubicarse en un sitio donde no obstruya el paso de personas y/o animales.



No debe estar muy alejado de la vivienda para ahorrar en tuberías de conducción.



Recomendable que el tanque este al lado de la vivienda mas o menos de 1,5 a 2 m de distancia.

Paso 2. Nivelación, trazado y empedrado del sitio



Limpiar y nivelar el sitio escogido (un área de 9 m², es decir, 3 m por 3 m).



Trazar la circunferencia utilizando una estaca central, esta sera la base del tanque. Adicionar 20 cm al ancho.



Excavar 10 a 15 cm de profundidad dentro de la circunferencia trazada.



Nivelar la superficie dentro de la circunferencia trazada.

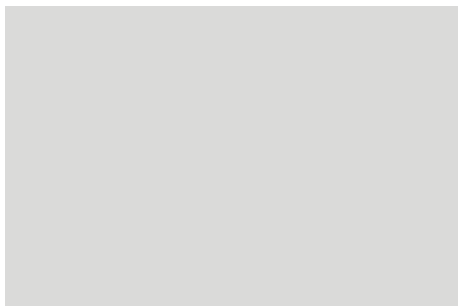


Armar el molde metálico desarmable dentro la circunferencia trazada excavada y nivelada.



Empedrar con piedra manzano dentro del molde armado, cuidando el nivelado.

Paso 3. Armado de varillas para el canastillo de soporte



En otro lugar trazar una circunferencia utilizando una estaca central con un radio de 105 cm.



Usar 26 varillas (estacas para amarrar ganado) y clavarlos alrededor de la circunferencia cada 25 cm.



Doblar a 90 grados cada 35 cm, las 20 varillas de $\frac{3}{8}$ y las 6 varillas de $\frac{1}{4}$, todas de 1.35 m.



Amarrar con alambre cada una de las 26 varillas dobladas (*alineadas a las estacas clavadas*) con otra varilla de $\frac{1}{4}$ pulgada de 7 m, formando un círculo a 7 cm del suelo.



Con las tres varillas de $\frac{3}{8}$ de 5,35 m, 3,9 m y 1,4 m de largo, preparar tres círculos para el soporte del tanque.



Empalmar con alambre de amarre los 3 círculos para formar el canastillo y base del tanque.

Paso 4. Vaciado del soporte del tanque



Llevar el canastillo de soporte y colocar sobre el empedrado.



Colocar el tubo de limpieza de tubo PVC de 1 pulgada y sus accesorios sobre el canastillo.



Cernir la arena para separar de la arena gruesa. Antes de mezclar el cemento con la arena (1:3), añadir en los 10 o 15 litros de agua 1 litro de impermeabilizante.



Rellenar el molde completamente con la mezcla preparada.



Nivelar la parte superior con desnivel hacia el centro para la salida del tubo de limpieza de 1 pulgada.



La mezcla del vaciado debe tener 10 cm de espesor. Evitar cubrir la salida de la tubería para no rellenar con la mezcla.

Paso 5. Armado del molde interior y cubierta



Amar las piezas del molde interior del tanque (anilla), con el uso de pernos, volandas y roscas.



Para poder entrar y salir del tanque se necesita dos escaleras unidas, para poder subir y bajar del tanque.



Una vez acabado el armado completo del molde y la estructura de la cubierta, se instala el soporte metálico del tanque, sostenido debajo por un ladrillo.



Luego, armar las partes del molde de la tapa dentro y fuera del tanque como la puerta de salida.

Paso 6. Armado del canastillo de fierro y encofrado

El canastillo es un material de barras de acero cruzadas sobre el cimientó, que pueden ser unidas a través de alambre o soldadura. Las barras son de $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{8}$ de pulgada. Se **recomienda** el uso de canastillos con cuadros de 22 cm (*vertical*) por 25 cm (*horizontal*). El canastillo debe tener una altura de 1,55 m. Para formar el esqueleto del canastillo, se debe empezar desde el soporte de la base, uniendo las barras de soporte de $\frac{3}{8}$ con alambre de adentro hacia afuera. Se necesita también 10 a 15 cm. de cruce cuando se está uniendo dos partes.



Armar el canastillo, uniendo verticalmente las 26 varillas de 1,55 m del fierro de $\frac{3}{8}$ de pulgada con las 26 varillas del soporte de la base del cimientó.



Elaborar 7 círculos para el canastillo con las varillas de $\frac{1}{4}$ de 7 m de largo. Para hacer los círculos utilizar las 26 estacas clavadas anteriormente.



Empalmar los 7 círculos, con alambre, a las varillas horizontales, a una distancia de 22 cm entre círculos hasta alcanzar los 1,55 m.



Luego, envolver el canastillo de fierro con alambre tejido dos vueltas, primero arriba y luego abajo, formando un cilindro con la malla del alambre tejido.



Unir las mallas de alambre tejido, dando vueltas con el gancho para que tenga una buena rigidez. Tesar con cuidado para no romper la malla de alambre tejido.



Armarse las piezas del molde exterior del tanque (anilla), unidas con pernos de rosca y volandas, con ayuda de una llave N° 11. Centrar a las varillas de soporte.



Preparar la mezcla con una relación de 1:3, una parte de cemento y tres de arena. Realizar el encofrado, es decir, vaciar la mezcla alrededor de la anilla del molde, formando la pared circular.



Armarse el soporte de la tapa con las 30 varillas de 1 m de largo de fierro de $\frac{3}{8}$ y $\frac{1}{4}$, sobre la tapa del molde del tanque con una pendiente de 19%. Luego empalmar con el círculo central elaborado con otra varilla de 1,2 m de fierro de $\frac{3}{8}$.



Formar una media luna con 5 varillas de fierro de $\frac{1}{4}$, de los siguientes largos: 5 m, 4 m, 3,65 m, 2,65 m y 1,25 m. Empalmar con alambre de amarre todas las varillas.



Colocar una capa de malla de alambre tejido, formando un cono. Asegurar o tensar la malla con el gancho, para que quede bien apretado y tenga una buena rigidez para que soporte la mezcla.



En el punto de ingreso de captación de agua de lluvia, colocar una botella PET de 2 litros con agua o un tubo de 3 pulgada.



Vaciar la mezcla de cemento preparado sobre el molde de la tapa.

Recomendaciones

- Después de 48 horas se retira los moldes para usarlos en la construcción de otros tanques.
- Una vez retirados los moldes, se debe afinar la pared interna y externa del tanque con Sika. (Ver paso 8).
- Colocar 20 litros de agua en el tanque para que fragüe bien, con el propósito de mantenerlo húmedo por dentro y por fuera.
- Mantener el tanque siempre húmedo, nunca vacío totalmente, porque puede presentar rajaduras u otros problemas.

Paso 7. Canaletas



Los techos deben tener canaletas. Estas pueden ser de calamina galvanizada, hojalata o tubos de PVC tipo desagüe de 3 pulgada.



Si se va usar el tubo PVC este se puede partir en dos y colgarlo con alambre en los aleros del techo de calamina.

Paso 8. Griferías



Para la salida de agua al grifo, usar un tubo de fierro galvanizado de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Perforar el cemento fresco de la anilla en la parte inferior (a la altura de la salida de la tubería) y colocar a una altura de 15 cm el tubo de cañería de fierro galvanizado de $\frac{3}{4}$ de pulgada más los accesorios para la pileta de agua. Se debe construir un soporte de concreto para la salida de agua, de tal forma que la tubería no se mueva tanto cuando se abra el grifo.



Para la entrada de agua de las canaletas del techo al tanque se necesita tubería de 3 pulgada. Perforar el cemento fresco de la anilla y colocar a una altura de 1,5 m el tubo de rebalse de PVC de 3 pulgada.



Para el rebalse y desagüe se necesita tubería de 3 pulgada de PVC y un tapón del mismo tamaño. Una vez colocado el tubo de fierro galvanizado de la pileta y el tubo PVC del rebalse, asegurar con la mezcla de cemento y arena por dentro y fuera con refuerzo.



Hacer un cinturón de seguridad con la mezcla, alrededor de la pared interna y externa donde se juntan la pared y base de la superficie del tanque.

Paso 9. Impermeabilización, sellado y pintado del tanque

Sika-1 es un aditivo líquido amarillo que sella la estructura taponando poros y capilares. Agite el producto antes de usar. Mezclar con el agua de amasado de acuerdo con la dilución indicada:



Si la arena fina está seca

(1:12) Una parte de Sika-1 por doce partes de agua.



Si la arena fina está húmeda

(1:10) Una parte de Sika-1 por diez partes de agua.

Una vez terminado el encofrado del tanque, impermeabilizar la pared interna y externa, con una mezcla de **Sika-1**.



La mezcla del **Sika-1** sirve como revoque. Se recomienda dos capas de revoque de 1 milímetro de espesor. La primera capa es una mezcla de **Sika-1** + agua + cemento.



La segunda capa de acabado fino, es una mezcla de **Sika-1** + cemento + arena + agua. Si falta **Sika-1**, se puede pintar con una lechada de cemento + agua en el último revoque.

Paso 10. Pintura y colocado de tapa de entrada

Pintar la parte exterior con pintura blanca impermeabilizante Recuplast, dejando secar durante 24 horas.



Colocar un cerco, de cualquier material, alrededor del tanque para protegerlo de los animales. Si un animal que pechea o cava un hueco debajo del tanque, puede perjudicar su resistencia y durabilidad.



Una vez concluida el tanque de ferrocemento, se efectúa el colocado de la tapa metálica externa sobre el techo.

Paso 11. Captación de agua de lluvia



- La captación de agua de lluvia se hace a través de la instalación del tubo y codos de PVC de 3 pulgada que recogen el agua del techo.
- Inicialmente se debe efectuar la instalación del filtro de agua al inicio de la canaleta de agua.
- En la entrada del tanque hay que colocar un colador para impedir que no entren hojas y otros materiales restantes.
- Colocar soportes en los tubos PVC para evitar que el tubo sufra caídas y se rompa.

Paso 12. Filtros de descarga



El filtro de descarga tiene como objetivo, evitar que la primera agua de las lluvias, contaminadas con algunas impurezas, ingresen al tanque de almacenamiento de ferrocemento. El filtro esta compuesto por **dos secciones**:

a. Primera sección: es una base de tubería de PVC de 4 pulgada (*almacena 13 litros de agua*) más una **bola de jebe** de plastaformo, que cumple la función de filtrar las impurezas de la primera lluvia, al ascender y tapar la entrada por la presión del agua acumulada.

b. Segunda sección: es una tubería de PVC de 3 pulgada (*almacena 5 litros de agua*) que tiene la función de distribuir el agua filtrada de la primera sección, hacia el tanque de ferrocemento.

Pila de desagüe: permite eliminar el agua de lluvia con las impurezas. El agua se puede utilizar para regar algunas plantas.

Finalmente antes de recibir el agua en el tanque, se debe instalar una malla milimétrica plástica en el punto de entrada del tanque. El mismo ayudará a detener las hojas, ramas, y otros que pudiera arrastrar el agua desde el techo de la vivienda.

a) Armado de la primera sección



Cortar 80 cm del tubo PVC de 3 pulgadas.



Cortar 3,3 m del tubo PVC de 4 pulgadas.



En el tubo PVC de 4 pulgadas, medir 20 cm desde la parte inferior del tubo y marcar.



Perforar el tubo a la altura de la marca con ayuda de un taladro circular. La perforación no debe ser mas grande que el flange.



Colocar el flange de $\frac{1}{2}$ pulgada en la perforación.



Instalar el grifo de plástico de $\frac{1}{2}$ pulgada con el uso de la cinta de teflón.



Colocar la bola de jebe de plastaformo número 8 dentro el tubo PVC.



Colocar en la parte superior del tubo PVC de 4 pulgadas, la reducción de 4 pulgadas a 3 pulgadas.



Colocar la tapa PVC de 4 pulgadas en la parte inferior del tubo, asegurando con los tornillos.

b) Armado de la segunda sección



Acople el tubo PVC de 3 pulgada a la reducción de 4 pulgada a 3 pulgada.



Coloque el tubo té de 3 pulgada al tubo principal de 3 pulgada.



De esta forma se concluye la segunda sección.



Previamente instalar la malla milimétrica en el punto de entrada del tanque.

Paso 13. Mantenimiento

El mantenimiento del tanque es bastante sencillo, pero debe realizarse con el debido cuidado y precaución para que la duración de la estructura sea la máxima posible.

- ✓ **Limpieza del sistema de captación.** El techo de la vivienda, la canaleta y el tubo que ingresa al tanque son el sistema de captación o cosecha de agua de las lluvias, por tanto, se debe realizar una limpieza periódica para evitar que se deterioren y para eliminar posibles contaminantes.
- ✓ **Limpieza del tanque.** Se debe efectuar la limpieza al interior de las paredes y la base del tanque una vez al año, antes que se inicie las primeras lluvias. Cuando el tanque se encuentre en el nivel mínimo de agua, se puede lavar las paredes y el fondo del tanque con un cepillo de cerdas de plástico con suficiente agua y jabón o cloro debiéndose enjuagar las paredes con agua.
- ✓ **Filtro.** Es conveniente colocar una malla en el tubo de ingreso al tanque para filtrar el agua y evitar que ingresen sedimentos o basura. De ser posible, se debe instalar un pequeño depósito alterno donde circule primero el agua y se depositen los sedimentos, o, en su defecto desechar el agua de las primeras lluvias. Finalmente, se debe hacer la inspección del filtro de agua cada mes, para garantizar su buen funcionamiento.
- ✓ **No dejar vacío el tanque.** Es necesario que el tanque no se encuentre vacío por más de un mes, para evitar rajaduras. Con preferencia, el tanque debe tener agua hasta el 20% de su capacidad de manera permanente, aunque para limpiar su interior es conveniente vaciarla completamente (una vez al año).
- ✓ **Tanques cerrados.** Los tanques deben permanecer cerrados para evitar la entrada de luz, la contaminación de agua y su evaporación.
- ✓ **Protección del tanque.** La experiencia del INIAF en el Chaco con estos tanques, es que se han rajado por el intenso sol, recomendándose protegerlos de los rayos del sol y las heladas, cubriendo el tanque con un techo, polietileno negro o sacos húmedos con el fin de evitar rajaduras

Las familias de las comunidades manifiestan plena satisfacción por la tecnología, pues representa la posibilidad de dedicarse a otras actividades, al reducir el tiempo destinado al transporte de agua y contar con agua segura para la época de sequías, mejorando su calidad de vida.





Calle Agustín Aspiazú N° 458, Sopocachi

Teléfono/fax: (591-2) 2412097

Correo electrónico:

prosuco.org@gmail.com

www.prosuco.org