

LINEAMIENTOS TÉCNICOS: SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA CON FINES DE ABASTO DE AGUA POTABLE A NIVEL VIVIENDA

PROGRAMAS DE AGUA POTABLE
PROGRAMA NACIONAL PARA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA Y
ECOTECNIAS EN ZONAS RURALES (PROCAPTAR)

*ABASTECIMIENTO DE AGUA POR CAPTACIÓN DE AGUA DE
LLUVIA.*

Abril de 2016

Versión 1.0

“LINEAMIENTOS TÉCNICOS: SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE
LLUVIA CON FINES DE ABASTO DE AGUA POTABLE A NIVEL
VIVIENDA.”

CONTENIDO

1. Introducción	4
2. Objetivo.....	4
3. Campo de aplicación	5
4. Definiciones	5
5. Metodología de cálculo.....	9
5.1. Procedimiento para la determinación del consumo de agua	9
5.2. Determinación del volumen de captación factible de aprovechar en una vivienda.	10
5.3. Saneamiento (Tratamiento a nivel vivienda).....	13
6. Especificaciones	13
6.1. Precipitación mínima del sitio.	14
6.2. Requerimientos de los elementos aceptables y sus componentes.	14
6.2.1. Materiales para la captación.	14
6.2.2. Materiales para la conducción.	15
6.2.3. Materiales para los dispositivos que evitan el ingreso de contaminantes al tanque o depósito.	15
6.2.4. Materiales de los elementos del depósito o tanque de almacenamiento de agua de lluvia.....	16
6.2.5. Materiales de la Toma Domiciliaria de abastecimiento de agua de lluvia.	17
6.3. Requerimientos de la instalación de los elementos del Sistema de Captación de Agua de Lluvia.....	17
6.3.1. De la captación.....	18
6.3.2. De los dispositivos filtrantes de contaminantes.....	18

6.3.3. De la Conducción.	19
6.3.4. Del depósito o tanque de almacenamiento.	20
6.3.5. De la Toma domiciliaria.	22
6.4. Desinfección del agua para consumo humano.	22
7. Operación y mantenimiento	28
7.1. Operación.	28
7.2. Mantenimiento del sistema de captación y almacenamiento.	28
7.3. De la capacitación a los usuarios beneficiados.	30
7.4. Acciones de seguimiento a los sistemas instalados de captación de lluvia	30
8. Bibliografía	34
9. Anexos	35
9.1. Figuras y esquemas.	36

1. Introducción

De acuerdo a información de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cobertura de Agua Potable en las zonas rurales muestra un déficit respecto a la cobertura alcanzada en zonas urbanas, con la finalidad de lograr una mayor cobertura en zonas rurales, la CONAGUA ha implementado una serie de acciones que permitirán brindar abastecimiento de agua a las viviendas localizadas en zonas rurales de nuestro país que no puedan ser abastecidas o atendidas por medios convencionales de distribución de agua potable.

La CONAGUA, como autoridad responsable de la administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, ve la necesidad de establecer lineamientos técnicos para los sistemas de Captación de Agua de Lluvia con fines de abastecimiento doméstico.

Es necesario que los componentes del sistema cuenten con las características mínimas de tal manera que cumplan con el objetivo para el que son diseñados, de abastecer de agua a las viviendas en zonas rurales durante los 365 días del año cubriendo una demanda de al menos 50 litros por habitante por día.

2. Objetivo

Estos lineamientos establecen la metodología de cálculo, especificaciones y características generales que debe cumplir un Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) a nivel vivienda para el abastecimiento de agua potable.

Estos lineamientos deberán ser aplicados a sistemas de captación de agua de lluvia que vayan a ser instalados, o también para realizar cambios,

modificaciones, mantenimiento o reparaciones a sistemas previamente instalados.

Los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia son capaces de producir agua de alta calidad, sin embargo es necesario que el proceso de captación sea el adecuado para que la calidad del agua almacenada sea la mejor posible, así también es necesario que desde el diseño y hasta el mantenimiento del sistema sea efectuado correctamente con la finalidad de mantener una calidad y cantidad adecuada.

3. Campo de aplicación

Estos lineamientos son de referencia técnica para los responsables de la instalación, supervisión, modificación y/o adecuación de los elementos que integran un Sistema de Captación de Agua de Lluvia con fines de abastecimiento de agua a nivel vivienda, así como del proyecto, instalación y capacitación a los usuarios para la aplicación y uso de dichos elementos, con la finalidad de garantizar la cantidad y calidad necesarias del agua abastecida por este medio en la vivienda del medio rural.

4. Definiciones

Para los efectos de los presentes lineamientos se establecen las definiciones siguientes:

- 4.1. **Área de Captación:** Será el área destinada para que el agua de lluvia precipitada sobre ella sea conducida para su almacenamiento y aprovechamiento.

- 4.2. **Calidad:** Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer los requisitos explícitos o implícitos preestablecidos.
- 4.3. **Canaletas de captación:** Elementos colocados aguas abajo del área de captación que recolectarán y dirigirán el agua captada hacia la tubería de conducción.
- 4.4. **Codo de retorno:** Sección de tubería colocada a la llegada al fondo de la conducción dentro del tanque que cuenta con una curvatura de 180 grados.
- 4.5. **Coeficiente de escurrimiento:** Coeficiente que determinará el volumen que podrá ser aprovechado en el área de captación respecto al volumen total de lluvia calculado.
- 4.6. **Compatibilidad:** Característica de un elemento que de acuerdo a su diseño permite su interconexión con otro.
- 4.7. **Conducción:** Conjunto de tuberías que reciben el agua de las canaletas y entrega el agua captada hasta el tanque o depósito de almacenamiento.
- 4.8. **Cuadro:** Parte de la toma domiciliaria cuya función es la de permitir la colocación de la llave de nariz y otras válvulas, y se ubica en el interior del predio.
- 4.9. **Desinfección del agua:** Proceso para eliminar los microorganismos patógenos que pudieran encontrarse en el agua almacenada.
- 4.10. **Diámetro nominal:** Medida de clasificación de las tuberías que conforman parte del sistema, como la toma domiciliaria o la tubería de conducción, que corresponde a la denominación comercial de los elementos que la integran.

- 4.11. Dispositivo de lavado:** Aquél elemento ubicado en cualquier punto de la conducción antes de la entrada al tanque o depósito de almacenamiento del agua pluvial, el cual su finalidad será eliminar, atrapar y/o separar los contaminantes arrastrados por un primer volumen de lluvia, para evitar su ingreso a los depósitos de almacenamiento, el agua separada por este dispositivo podrá utilizarse en el riego de plantas o áreas verdes en la vivienda, no será apta para uso o consumo humano.
- 4.12. Elemento:** Cualquier componente o dispositivo que integra la toma domiciliaria y el sistema de captación de agua de lluvia, y que debe satisfacer los requerimientos de éstos lineamientos, éstos pueden ser tubos, válvulas, conexiones, etc.
- 4.13. Estanquidad:** Característica de no permitir el paso del agua a través de las paredes de los tubos, conexiones, tanque y accesorios.
- 4.14. Falla:** Cualquier alteración que sufra alguno de los componentes del sistema o sus elementos y que afecte su funcionamiento tal como rotura, fuga de agua o envejecimiento prematuro, o que afecte la calidad del agua y su servicio.
- 4.15. Filtro de hojas o escombros:** Dispositivo colocado en las canaletas o en la conducción, que prevenga la acumulación de hojas, ramas pequeñas o cualquier otro escombros arrastrado por el agua que escurre desde la captación.
- 4.16. Fuga:** Pérdida de agua a través de cualquiera de los elementos o de las uniones de los componentes del sistema.
- 4.17. Llave general:** Elemento que permite el corte del flujo o cierre de la toma, para realizar reparaciones o limitar el servicio.

- 4.18. Pantalla separadora de escombros:** Será aquel dispositivo de malla que atraparé hojas, ramas pequeñas y en general cualquier elemento arrastrado por el agua precipitada en la captación.
- 4.19. Rebosadero:** Elemento o dispositivo que permite desfogar el agua que ingresa al depósito una vez que éste se ha llenado.
- 4.20. SCALL:** Sistema de Captación de Agua de Lluvia.
- 4.21. Tanque o depósito de almacenamiento:** Será el depósito que recibirá y almacenará las aguas pluviales captadas para su aprovechamiento.
- 4.22. Toma domiciliaria:** Instalación que se conecta desde el tanque de almacenamiento de agua de lluvia, a la tubería y llave que brindará el servicio en el interior de la vivienda o del terreno.
- 4.23. Tubería de conducción:** Será la línea de tubos que recibe el agua de las canaletas y la entrega hasta el tanque de almacenamiento de agua pluvial.
- 4.24. Usuario:** Quien recibe el servicio de suministro de agua potable desde el almacenamiento de agua de lluvia para su aprovechamiento.
- 4.25. Volumen muerto:** Volumen de agua que no será utilizado para uso o consumo humano, este volumen se considera mínimo debido a que deberá existir una mínima cantidad en el tanque para garantizar los trabajos de limpieza cuando correspondan.
- 4.26. Volumen útil:** Volumen de agua que puede ser completamente aprovechado por el usuario.

5. Metodología de cálculo

5.1. Procedimiento para la determinación del consumo de agua

1. Calcular la cantidad de ocupación permanente y temporal de la vivienda, según el INEGI, 2010. el promedio de ocupantes por vivienda particular habitada es de 3.9. Para efectos de un cálculo inicial se puede considerar una ocupación de 4 habitantes por vivienda, y para cada proyecto específico, se tendrá que utilizar la cantidad real de habitantes.

Tabla 1. Indicadores del INEGI 2010

Indicador	Unidad de medida	Año	Valor
Población total ^a	Miles de habitantes	2010	112 337
Densidad de población ^a	Habitantes/km ²	2010	57
Edad mediana ^a	Años	2010	26
Promedio de ocupantes por vivienda particular habitada. INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010. Cuestionario básico.	Ocupantes	2010	3.9
Viviendas particulares habitadas propias INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010. Cuestionario básico.	Por ciento	2010	76.4
Viviendas particulares habitadas con disponibilidad de agua (a) INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010. Cuestionario básico.	Por ciento	2010	88.7

Fuente:

^a INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010. Cuestionario básico.

2. Calcular el consumo de agua para la vivienda siguiendo los siguientes parámetros. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, El derecho humano al agua y al saneamiento, 2010) el consumo de agua de la vivienda por habitante está entre 50 y 100 l/hab/día. Para el cálculo se utilizará el primer valor, es decir, dotación mínima de 50 l/hab/día.
3. Restar la cantidad de agua pluvial anual que se podrá captar y al tamaño del tanque de captación que se utilizará. Para cálculos de captación pluvial se requiere analizar registros de precipitación de al menos 15 años,

información que se encuentra disponible en la página smn.cna.gob.mx en el apartado de “Normales Climatológicas por Estación”, en dado caso que no se encuentren actualizados los datos o por mantenimiento de la página, se podrán consultar directamente en la dependencia de CONAGUA. La precipitación permitirá determinar el área mínima requerida para captar el volumen necesario que permita brindar la dotación establecida.

5.2. Determinación del volumen de captación factible de aprovechar en una vivienda.

Para poder determinar si la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia y escurrimientos pluviales es factible en una vivienda, se debe de realizar el siguiente análisis:

1. Recopilar la información pluviométrica de la zona de por lo menos 15 años anteriores. Con esta información, se obtiene la precipitación anual promedio según la NMX-AA-164-SCFI-2013, con la siguiente expresión:

$$\bar{p} = \sum_{i=1}^n \frac{(p_i)}{n}$$

Donde:

\bar{p} : Precipitación promedio anual con distribución mensual, en mm.

p_i : Precipitación en el año “i”, en mm.

n: número de años.

2. Después de la obtención de las láminas de lluvia promedio, se obtiene el volumen anual promedio de captación (VA) con una distribución mensual; para esto se tiene que definir el área de influencia de las instalaciones de

captación (superficie de captación en su proyección horizontal). Éste volumen se obtiene con la siguiente expresión:

$$V_A = \frac{\bar{p} * A * k_e}{1000}$$

Donde:

V_A : Volumen promedio de captación anual con distribución mensual, en m³.

\bar{p} : Precipitación promedio anual con distribución mensual, en mm.

A : Área de la proyección horizontal de las instalaciones de captación, en m².

k_e : Coeficiente de escurrimiento de acuerdo al material de las instalaciones de captación, adimensional, para el caso se consideró 0.95. Los valores de este coeficiente se muestran en la tabla siguiente según la NMX-AA-164-SCFI-2013:

Después se tiene que obtener la demanda de agua anual con distribución mensual de la vivienda (DA), de acuerdo al uso asignado al recurso (excusados, aseo personal, preparación de alimentos, etc).

$$DA = \frac{Ca * Ov * Dm}{1000}$$

Donde:

DA : Demanda de agua mensual de la vivienda, en m³/mes

Ca : Consumo de agua, en l/hab/día

Ov : Ocupación de la vivienda, hab/vivienda

Dm : Días del mes, días

Tabla 2. Coeficientes de escurrimiento por tipo de material

Material o tipo de construcción	Kc
Cubiertas metálicas o plásticas (PVC, Polietileno)	0.95
Techos impermeabilizados o cubiertos con materiales duros (p. ej. Tejas)	0.9
Concreto hidráulico	0.9
Lámina metálica corrugada	0.8

3. Obteniendo estos valores se calcula el funcionamiento del almacenamiento (tanques)

$$Alm_n = Alm_{n-1} + V_A - DA$$

Donde:

Alm_n : Volumen de almacenamiento mensual en el tanque, en m³

Alm_{n-1} : Volumen de almacenamiento en el tanque del mes anterior, en m³

V_A : Volumen de captación mensual, en m³

DA : Demanda de agua mensual de la vivienda, en m³

4. Del cálculo anterior se determina la cantidad de días al mes que satisfizo dicho funcionamiento

$$Fs = \frac{Alm_{n-1} + V_A}{DA}$$

Donde:

Fs : Factor que determina si satisface la demanda mensual

Si $Fs > 1$ Satisface el total de días del mes

Si $Fs < 1$ no satisface el total de días del mes

Para determinar la cantidad de días satisfechos mensualmente, se realiza el siguiente cálculo:

$$Ds = Fs * Dm$$

Donde:

Ds : Días satisfechos de la demanda mensual

Dm : Días del mes en cuestión

5. De los cálculos anteriores se determinan los días satisfechos anualmente

$$Dsa = \sum_{i=1}^{12} Ds_i$$

6. Al final se obtiene cuantos días satisface Dsa , la precipitación promedio anual \bar{p} .

El objetivo del cálculo es determinar para cada caso particular, la distribución temporal de las lluvias, el área de captación necesaria, el tamaño del depósito donde se almacenará el agua de tal forma que se garantice que se dispondrá de agua los 365 días del año para todos los habitantes de la vivienda con una dotación mínima de 50 litros por habitante por día.

5.3. Saneamiento (Tratamiento a nivel vivienda)

Será obligatorio contar con un sistema de tratamiento en la vivienda a la que se le instale un SCALL, ya sea verificar que ya cuente con uno o proveer a la par de la captación pluvial el sistema de tratamiento.

Para referencias en el saneamiento se recomienda consultar los “Lineamientos Técnicos: Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales a Nivel Vivienda en Zona Rural”, en donde se especifican los procedimientos, acciones, especificaciones y pasos a considerar para la implementación de saneamiento a nivel vivienda en zona rural.

6. Especificaciones

Se muestra enseguida los materiales y especificaciones básicas que deben cumplir los componentes del sistema de captación.

6.1. Precipitación mínima del sitio.

En cada sitio donde se desee implementar un sistema de captación se deberá verificar la precipitación media anual del sitio, con el procedimiento mostrado previamente, de tal manera que para garantizar un abastecimiento de agua durante todo el año, se deberá tener una precipitación igual o mayor a los 1,500 mm como valor medio anual.

6.2. Requerimientos de los elementos aceptables y sus componentes.

En esta parte se describirán las características que deberán cumplir los elementos que componen el Sistema de Captación de Agua de Lluvia, con la finalidad de garantizar la calidad y cantidad de agua a servir al usuario.

Los componentes principales del sistema son el área de captación, canaletas, conducción, dispositivo de lavado o filtro, el depósito o tanque de almacenamiento y toma domiciliaria.

6.2.1. Materiales para la captación.

Se podrá aceptar como material del área de captación cualquiera de los siguientes elementos:

- Concreto.
- Lámina metálica acanalada.
- Teja cerámica.
- Superficie recubierta con Polietileno de alta densidad o PVC, siempre y cuando garanticen que no exista liberación de elementos tóxicos cuando

ocurra la degradación del material provocada por los rayos UV o por los elementos del medio ambiente.

Se deberá evitar captar agua de techos de palma, lámina de cartón con cubierta de chapopote o láminas de asbesto-cemento.

Dentro de la captación se incluirán las canaletas o elementos de recolección del agua captada que conduzcan el agua hasta el inicio de la tubería de conducción, podrá ser una canaleta de PVC o lámina metálica de cualquier forma de sección transversal. Dichas canaletas deberán estar perfectamente aseguradas de tal manera que se garantice que no derramarán el agua captada como se indica en los anexos de figuras y esquemas.

6.2.2. Materiales para la conducción.

La conducción del agua captada podrá realizarse con tubería fabricada de cualquiera de los siguientes materiales:

- PVC.
- ABS.
- Polipropileno.
- Polietileno.

6.2.3. Materiales para los dispositivos que evitan el ingreso de contaminantes al tanque o depósito.

Como separador de contaminantes se podrá emplear un filtro de arenas o material graduado ubicado antes de la entrada al tanque de almacenamiento, así también podrá emplearse un dispositivo separador de las primeras aguas o cualquier filtro de barrera que garantice el mantener las condiciones

organolépticas del agua de la mejor manera, estos podrán ser de polietileno o de materiales constructivos comunes.

6.2.4. Materiales de los elementos del depósito o tanque de almacenamiento de agua de lluvia.

El depósito podrá ser de materiales prefabricados, entre los que se incluyen plásticos tanto rígidos como flexibles, los cuales deberán garantizar que no transmiten olor o sabor al agua almacenada, así como cualquier elemento contaminante que pudiera ser liberado por los radicales libres que se generan con la fotodegradación o degradación térmica del material, producto de los rayos UV del sol.

Así también podrán elaborarse de materiales constructivos convencionales, definiendo aquel que sea económicamente viable en base a las características del sitio y las dimensiones del mismo, este punto es importante de considerar de acuerdo a la región donde se esté realizando la instalación del sistema, como ejemplo cabe mencionar que en la Península de Yucatán, no es común el uso de tabique rojo recocido debido a que en la región no existe el material para su fabricación, por lo que se deberá optar por ferrocemento o alguna otra técnica constructiva, o de elementos prefabricados o elementos flexibles.

Se deberá garantizar que el tanque o depósito sea impermeable, hermético y accesible con una entrada amplia que permita la limpieza o las reparaciones que sean necesarias tanto en su interior como en el exterior o en las conexiones de tuberías de entrada y servicio.

Podrá ser utilizada el área del depósito como área de captación, siempre y cuando se garantice que el agua recolectada en ésta área pase por el dispositivo separador de contaminantes o filtro graduado antes de ingresar al depósito, en función del dispositivo elegido en el sistema.

6.2.5. Materiales de la Toma Domiciliaria de abastecimiento de agua de lluvia.

Todos los elementos que integran la toma domiciliaria del Sistema de Captación de Agua de Lluvia deben cumplir con las especificaciones de material de acuerdo a la NOM-001-CONAGUA-2011.

La toma domiciliaria de abastecimiento de agua de lluvia se encontrará al interior del domicilio o del predio que sea abastecido por su propio sistema de captación de agua de lluvia.

6.3. Requerimientos de la instalación de los elementos del Sistema de Captación de Agua de Lluvia.

En esta parte se describirán las características generales y aspectos que deberá contar cada uno de los elementos de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia que dote de agua potable al usuario en cada uno de sus componentes con las características técnicas recomendables.

La combinación de los diferentes tipos de material y técnicas de instalación de cada uno de los componentes podrá combinarse durante el diseño del sistema, cuidando siempre que el funcionamiento global sea el óptimo de acuerdo a las características físicas, topográficas, climatológicas y demás condiciones existentes en el sitio de la instalación.

6.3.1. De la captación.

La captación se compondrá del techo o área destinada para la captación del agua de lluvia y de las canaletas o dispositivos que recolecten y entreguen el agua captada hasta el inicio de la tubería de conducción, debiendo contar con el área mínima que se determine del cálculo de la precipitación para garantizar la dotación mínima establecida.

Se deberá garantizar una pendiente mínima del 2% en el área de captación para generar un escurrimiento hacia las canaletas, así también las canaletas deberán contar con una pendiente de al menos el 2% en el sentido del flujo hacia el tubo colector que entrega a la conducción.

En el dado caso que el área de captación existente en la vivienda no cuente con una pendiente mínima, como una losa de concreto que se deja horizontal con la finalidad de ampliar la vivienda en un segundo nivel a futuro, se deberá colocar en el perímetro un pretil de tabique o block de una hilada, localizando los puntos de salida habitual del agua pluvial y en ellos colocar un tubo de PVC o de los materiales recomendados para la conducción de tal manera que el agua sea recolectada en estos sitios, en este caso se recomienda colocar una malla para

6.3.2. De los dispositivos filtrantes de contaminantes.

Este dispositivo tendrá la finalidad de evitar el ingreso de agentes contaminantes al depósito o tanque de almacenamiento, podrá utilizarse una barrera física como un filtro graduado de acuerdo al plano tipo o proyecto

específico que se haya diseñado, así también podrá optarse por la instalación de un sistema de recolección de primeras aguas.

Los materiales con que se fabrique el dispositivo que se elija, deberán ser inertes, de tal manera que garanticen que no se afectarán las condiciones organolépticas del agua captada.

Una cantidad de agua deberá ser separada en el primer volumen de lluvias, deberá calcular el volumen de esta agua en función al área de captación, teniendo 0.40 litros de agua separada por cada metro cuadrado de captación, este volumen de agua no deberá ingresar al tanque o depósito.

La entrada al dispositivo que recibirá las aguas de lavado del área de captación, deberá estar aguas abajo de la pantalla separadora de escombros

6.3.3. De la Conducción.

Una parte primordial de la entrega del agua al depósito, es que se debe garantizar que el nivel de los elementos para recoger las aguas pluviales ubicadas en la zona de captación, se encuentren al menos 0.3 m por encima de la clave superior del tubo de conducción en el punto de llegada al mismo, esto se muestra en las figuras y esquemas del apéndice C.

Se deberá revisar el gradiente hidráulico generado desde el punto de recolección del agua pluvial hasta el punto de entrada al tanque o depósito, de tal manera que de ser necesario se incremente el desnivel entre ambos puntos para garantizar un escurrimiento y una conducción óptima.

En la conducción se deberá contar con un filtro tipo malla o un dispositivo equivalente separador de hojas y materiales similares, que evite el ingreso de sólidos arrastrados en la captación al interior del almacenamiento.

Del filtro o separador de primeras aguas.

6.3.4. Del depósito o tanque de almacenamiento.

La recolección del agua de lluvia se realiza en tanques que deberán tener el volumen necesario para garantizar la dotación establecida, y deberán ser:

- Impermeables, para evitar pérdidas por goteo o transpiración.
- Herméticos: para evitar contaminación, el ingreso de luz solar y la proliferación de insectos.
- Accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza.
- Accesible para realizar reparaciones necesarias en el caso de tanques fabricados en sitio.

Los tanques propuestos a ser instalados en los sistemas de captación de agua de lluvia, serán superficiales, con la finalidad de abatir costos originados por la excavación en caso que se deseara instalarse enterrados, de igual manera al encontrarse en la superficie, es de fácil inspección para el usuario el detectar fugas en el mismo y proceder a repararlas.

Otro aspecto importante en la instalación de manera superficial del depósito o tanque, es que se evita la contaminación del agua al interior del depósito por arrastre de sólidos o de contaminantes externos como lo son las excretas de animales que se encuentren en el predio de la vivienda, o incluso por minación de contaminantes al interior del depósito enterrado al ocurrir la lluvia que se

infiltra al subsuelo cercano al mismo, dado que es algo común en el medio rural de nuestro país contar con animales en el predio de la vivienda.

6.3.4.1. Entrada para llenado y rebosadero.

La llegada al depósito deberá ubicarse en la parte superior del mismo, y se deberá colocar una salida de desfogue mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno, que cuente al menos con el mismo diámetro nominal de la entrada.

La salida de demasías deberá ubicarse de tal manera que se le permita al usuario recolectar el agua que se desfogue en el tanque en algún depósito de menores dimensiones como puede ser una cubeta o cualquier depósito movable que el usuario pueda colocar en la salida de demasías.

Así también, el tubo de demasías deberá contar con una trampa tipo malla o tipo tapón hidráulico, que no permita el ingreso de insectos o agentes contaminantes al interior del tanque de almacenamiento.

6.3.4.2. Salida del tanque para servicio y preparación para la toma domiciliaria.

La salida del tanque o depósito de almacenamiento para dar el servicio a la vivienda mediante la toma domiciliaria, consistirá en un tubo de PVC, ABS, Polipropileno, Polietileno o Fierro Galvanizado, el cual contará en el extremo a la salida con una llave o válvula general de control, posterior a esta válvula se instalará la toma domiciliaria correspondiente.

6.3.5. De la Toma domiciliaria.

El arreglo general de la toma domiciliaria deberá estar conforme a lo indicado en el plano tipo del proyecto a desarrollar, revisado y aprobado por el organismo operador o la dependencia local responsable de su instalación. La toma domiciliaria comenzará desde la llave general ubicada a la salida del tanque de almacenamiento de agua de lluvia.

Los elementos y demás componentes de la toma deberán estar acorde a la NOM-001-CONAGUA-2011.

La toma domiciliaria en el punto de extracción de la cisterna o tanque, se deberá ubicar al menos 10 cm por encima del fondo del tanque con la finalidad de evitar que se llegasen a extraer de la cisterna elementos finos sedimentados en el fondo, el volumen se podrá aprovechar mediante su extracción a través de la válvula de drenado que se ubica en el fondo de la cisterna.

6.4. Desinfección del agua para consumo humano.

El agua para consumo humano debe estar libre de sustancias químicas, impurezas y de microorganismos patógenos que puedan causar problemas a la salud de las personas, aplicando métodos sencillos de desinfección se podrá garantizar la calidad del agua.

La desinfección del agua mediante cloración se hace a partir de compuestos que contienen cloro como el hipoclorito de sodio y el hipoclorito de calcio, elemento químico que tiene poder destructivo sobre los microorganismos patógenos que

son transmisores de enfermedades de origen hídrico, que pueden estar presentes en el agua.

El Hipoclorito de Sodio es una solución que se puede obtener en el comercio (blanqueador de ropa) en concentraciones del 1 al 10%. Las soluciones recomendadas para la desinfección del agua para consumo humano deben tener idealmente una concentración de 5.25%, estar libres de sustancias aromatizantes, colorantes y otros aditivos que son tóxicos para los seres humanos.

El Hipoclorito de Calcio es un producto granulado o en polvo, de color blanco, comercializado en sacos o bolsas en concentraciones desde 20 a 70% de cloro activo, también se consigue en forma de tabletas en concentraciones de 65 y 70% de cloro. Para el uso del hipoclorito de calcio granulado o en polvo en la desinfección del agua para consumo humano se preparan soluciones madre con una concentración de 1% de cloro disponible.

La Plata Coloidal es un producto compuesto por nanopartículas de plata de alta pureza 0.999, las cuales se encuentran suspendidas en agua destilada y purificada. El diámetro de las partículas presenten oscilan los 5 a 100 nanómetros, las cuales están cargadas eléctricamente en forma de átomos y unidas a proteínas.

Procedimiento para la desinfección con hipoclorito de sodio

Agregar 1 gota de hipoclorito de sodio al 5.25% por litro de agua a desinfectar. Agitar el agua y dejar reposar por 30 minutos, luego puede utilizar el agua para consumo directo y/o la preparación de alimentos.

Para la desinfección de frutas, verduras, hortalizas, etc., agregar 3 gotas de hipoclorito de sodio por cada litro de agua, dejar en reposo en esta agua por al menos 20 minutos.

Procedimiento de preparación de la solución madre con hipoclorito de calcio

Materiales:

1 recipiente plástico de 20 litros

1 botella de 250 ml con tapón, rotulada con lo siguiente: “solución madre de cloro para desinfectar”

1 frasco pequeño de color oscuro para almacenar el cloro granulado o en polvo, debidamente rotulado.

1 cucharita cafetera.

1 cuchara sopera.

Hipoclorito de Calcio granulado o en polvo, preferiblemente en concentración al 65%.

Pasos para desinfectar el agua para consumo humano:

1. Lave muy bien los materiales a utilizar.
2. Rotule el frasco pequeño con la leyenda: “Cloro, polvo desinfectante” y la botella “Solución madre de cloro para desinfección”.
3. Tome una cucharadita cafetera a ras del cloro granulado o en polvo.
4. Vacíe el polvo en la botella de 250 ml.
5. Llène la botella con agua.
6. Tape la botella y agítela durante 3 minutos.
7. Deje reposar durante una hora la solución preparada.

8. Sin agitar la botella que contiene la solución del paso anterior, llene una cucharada sopera y agréguela al recipiente plástico de 20 litros.
9. Llene el recipiente de 20 litros con agua y agítelo durante al menos 3 minutos.
10. Deje reposar el agua durante 30 minutos, luego puede utilizarla para consumo humano.

Procedimiento para la desinfección con Plata Coloidal

1. Agregar 2 gotas de plata coloidal por cada litro de agua.
2. Dejar reposar por 30 minutos y mantenerla en un recipiente de plástico o vidrio limpio y con tapa.
3. Este tipo de desinfección no produce sabor, olor ni color en el agua tratada y no se forman productos adicionales
4. NO UTILIZAR envases metálicos o de barro debido a que desactivan el efecto desinfectante.

Para asegurar la calidad de agua para uso humano, es ideal contar con alguna redundancia en tratamiento. Hacia ese fin, se puede combinar el uso de cloro anteriormente mencionado con un filtro de última etapa que tenga otro mecanismo de desinfección. Dicho filtro puede ser de cerámica impregnada con plata coloidal, de carbón activado impregnado con plata coloidal, de luz ultravioleta y/o de microfibra, en una etapa de arranque del sistema SCALL que sea instalado, se le proveerá al usuario de un kit de desinfección en base a las características socioculturales de la localidad, debido a que en muchos lugares no aceptan la cloración, por lo que se optará por dotarles de frascos de plata coloidal en esos casos, posteriormente será el municipio a través de su Organismo Operador de Agua quien será el encargado de distribuir los insumos

para la desinfección del agua para consumo una vez que hayan utilizado el primer kit entregado con el sistema SCALL.

Método de ebullición.

Temperaturas por encima de los 60 °C provocan la muerte de los microorganismos. Por lo que a la temperatura de ebullición del agua se logra la muerte prácticamente total de los microorganismos que pudieran causar problemas a la salud humana al ser ingeridos en el agua.

El procedimiento es simple, ya que basta llevar el agua a temperatura de ebullición y mantenerla en ese estado entre 5 a 10 minutos. El costo sin embargo resulta elevado por el costo del consumo energético (gas, energía eléctrica, leña), y por el tiempo de la persona que realiza la operación. Algunas economías se pueden lograr hirviendo el agua en una olla tapada y empleando hornillas de igual dimensión al del fondo de la olla, nunca mayor.

El volumen que puede ser procesado por ebullición es reducido primero para que permita su procesamiento en un tiempo razonable mediante el empleo de los equipos de calentamiento dentro de la casa, y porque no se puede almacenar por mucho tiempo el agua hervida sin que exista el peligro de la incorporación de microorganismos presentes en el ambiente.

En la práctica, sólo se debe procesar de esta forma el agua exclusiva para consumo y en todo caso el agua para lavado de verduras o alimentos. Una vez que el agua regrese en forma natural a la temperatura ambiente, cualquier microorganismo que se incorpore podrá permanecer en el agua hasta que sea ingerida pudiendo ocasionar problemas de salud. Se debe por lo tanto tener la

precaución de tapar los recipientes en que se hierve el agua o en donde se almacena después de ello.

El agua a temperaturas superiores en unos grados a los 20 °C resulta desagradable al paladar por lo que se recomienda que el agua hervida destinada al consumo sea enfriada en contenedores cerrados aunque no en forma hermética. También, en el momento de hervirla pierde los gases disueltos por lo que para algunas personas la hace “poco digerible”, esto se puede evitar trasvasando el agua dos o tres veces para generar su reaeración.

En caso de seleccionar Equipos de filtración prefabricados para uso doméstico, se deberá verificar que cumplan con la norma NOM-244-SSA1-2008, “EQUIPOS Y SUSTANCIAS GERMICIDAS PARA TRATAMIENTO DOMESTICO DE AGUA. REQUISITOS SANITARIOS”, siendo entregado un sistema por vivienda beneficiada de tal manera que la capacidad del equipo sea suficiente para los integrantes de la familia que se trate considerando un consumo diario de 2 litros por persona al día, garantizando al menos un año de vida útil con dicho ritmo de uso.

Una parte importante en la implementación de los sistemas SCALL es que deben ser fáciles de mantener y operar, dado que estas acciones serán efectuadas por el beneficiario del programa. En el siguiente punto se indican las acciones generales para llevar a cabo dichas actividades, las cuales una vez instalado el sistema SCALL, se deberán plasmar en un manual de uso y mantenimiento y ser entregado a los usuarios, en el caso de localidades que sean consideradas como comunidad indígena, se deberá entregar el manual además en la lengua que se trate, adicional al español y realizar un taller con todos los beneficiarios de la localidad para de manera demostrativa indicarles el mantenimiento y operación

del sistema instalado en sus viviendas. En el siguiente punto se indican las acciones generales para llevar a cabo dichas actividades.

7. Operación y mantenimiento

7.1. Operación.

El sistema de captación de agua de lluvia tiene una operación relativamente sencilla pero que es importante cuidar algunos puntos en particular para garantizar su adecuado funcionamiento.

El Organismo Operador o la entidad designada por el municipio en donde se instalen los sistemas SCALL, deberá ser contactado previamente a los trabajos con la finalidad de hacerlo partícipe y del conocimiento de las acciones realizadas, así también deberá participar de las actividades de capacitación y se le deberá hacer entrega de un manual de operación y mantenimiento de los sistemas instalados.

7.2. Mantenimiento del sistema de captación y almacenamiento

Una vez al año al finalizar la época seca e inicio de las lluvias, limpiar el techo o área de captación, canaletas, bajantes y la parte superior del tanque de almacenamiento que también se utilizará como área de captación.

Una vez cada dos años al finalizar la época seca e inicio de las lluvias, cuando el nivel del tanque de almacenamiento se encuentra al mínimo, se deberá vaciar toda el agua y recolectarla en otros recipientes para su posterior uso, realizando acciones de limpieza como sigue:

Limpiar las paredes y el fondo con una escoba suave.

Usar agua limpia con un litro de cloro por cada 10 litros de agua.

Esparcir la solución con la escoba.

Esperar media hora.

Enjuagar con agua limpia.

Retirar toda el agua utilizada en la limpieza.

Como acciones de seguimiento a los sistemas SCALL instalados, se realizarán campañas de verificación de la calidad del agua almacenada, en caso que el usuario haya mantenido un adecuado uso y cuidado del sistema de captación y de los análisis de calidad del agua resultase que es de calidad adecuada, se podrá eliminar la actividad de limpieza interna del depósito en ese período.

Cada seis meses verificar que no existan fugas, en su caso repararlas mediante el sellado de la fuga por la parte externa.

Al inicio de cada mes, limpiar las áreas cercanas al tanque de almacenamiento, eliminando maleza y otros materiales que pudieran convertirse en criadero de vectores contaminantes.

Al inicio de cada mes, para mantener en buen estado el agua ya almacenada se debe agregar 3 ml de sulfato de cobre por cada metro cubico de agua. En caso de no disponer de sulfato de cobre, se podrá agregar cloro con el mismo efecto, para que el usuario conozca el volumen al interior del depósito, se deberá instalar una regla de medición al exterior con la escala de niveles que indiquen el volumen que se encuentra almacenado en la cisterna o tanque.

Al inicio de cada semana revisar que no existan insectos o pequeños animales en el sistema de captación, en su caso eliminarlos.

7.3. De la capacitación a los usuarios beneficiados.

Una vez concluida la instalación de los sistemas de captación, se deberá brindar una capacitación presencial a todos los usuarios beneficiados, seleccionando uno de los sistemas instalados como modelo de referencia, mostrando de manera física las acciones de limpieza, mantenimiento y operación de cada componente del sistema, para esta parte se deberá entregar previamente el manual en español y en los casos que aplique en una comunidad indígena, se deberá entregar adicional un manual en la lengua de la comunidad, de tal manera que se puedan seguir los pasos del manual y los usuarios puedan ligar lo mostrado en el manual impreso con actividades que realicen los capacitadores en el sistema que se haya elegido como sitio de capacitación.

Se deberá invitar a esta actividad a las autoridades municipales o a personal del Organismo Operador, según sea el caso, para que cuenten también con la capacitación respectiva y puedan brindar asesoría posterior en caso que el usuario tuviera alguna dificultad con el sistema, , para brindar una capacitación adecuada, se deberá limitar la misma hasta a 20 usuarios beneficiados, contándose por vivienda, de tal manera que si existen comunidades dispersas se podrán conjuntar para la capacitación esta cantidad.

7.4. Acciones de seguimiento a los sistemas instalados de captación de lluvia

Como parte de las acciones de seguimiento que se deberán efectuar posteriormente a la instalación de los sistemas, se encuentran los siguientes:

1. Para la identificación del sistema instalado por la Comisión Nacional del Agua se deberá colocar una pequeña placa metálica en la vivienda o en alguno de los componentes del sistema de tal manera que sea fácilmente visible e identificable, con la leyenda “Este sistema de captación de agua de lluvia, cumple con los lineamientos técnicos de CONAGUA para abastecer los 365 días del año a esta familia”, lo cual se deberá inscribir como se muestra a continuación:



El identificador deberá contar con el logotipo del programa PROCAPTAR, así como con el logotipo de la Comisión Nacional del Agua, las dimensiones de la placa deberán ser de 35 cm de base con 22 cm de altura.

2. En los términos de referencia que sean firmados con el encargado de la ejecución del proyecto, se deberá establecer la realización de un monitoreo de calidad y cantidad de agua captada y almacenada posterior a la conclusión de la siguiente temporada de lluvias una vez completados los sistemas en la localidad respectiva, esto se realizará a una muestra estadística que abarque todos los beneficiarios a quienes la contratista realizó la instalación, en caso de ser dos contratistas para una sola localidad, se realizarán dos muestras estadísticas a dicha localidad teniendo como universo muestral las viviendas instaladas por contratista.

En el caso que un mismo contratista realice la instalación de sistemas en dos o más localidades, se deberá realizar el muestreo por LOCALIDAD, con la finalidad de obtener parámetros de uso que estarán ligadas a las costumbres de cada núcleo poblacional, si las localidades son dispersas de tal manera que la cantidad de sistemas instalados no rebase 10 unidades por localidad, se deberán ubicar las localidades más cercanas hasta completar 30 unidades de sistemas instalados como mínimo, los cuales podrán considerarse como una sola localidad para el muestreo.

Para lograr este objetivo, se deberá basar el muestreo en la norma mexicana NMX-Z-12/1-1987. MUESTRO PARA LA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS, la cual establece los lineamientos a seguir para realizar un muestreo estadístico a un universo de productos terminados, que en este caso serán los sistemas de captación pluvial.

En el tema de la cantidad, se deberá verificar el volumen de agua almacenada en el momento del muestreo en la cisterna o tanque de almacenamiento. Para la parte de la calidad del agua, se deberán medir los parámetros establecidos en la NOM-127-SSA1-1994.

3. Como parte de las acciones de entrega de los manuales de operación y mantenimiento respectivos, para cada Localidad que sea beneficiada con sistemas de captación de agua de lluvia con recursos de la CONAGUA, se deberá verificar si la misma cumple los requisitos para ser considerada como comunidad “indígena”, de tal manera que de resultar de este tipo, se deberán elaborar y entregar los manuales de operación y mantenimiento del sistema a los usuarios o beneficiarios, además del

idioma español, en la lengua indígena de la comunidad que se trate, entregando un manual en cada idioma por vivienda beneficiada, así también se debe considerar los aspectos socioculturales de la comunidad beneficiada para adecuar los manuales a entregar.

El Manual de Operación y Mantenimiento, deberá ser ilustrativo y de fácil comprensión, integrando imágenes o ilustraciones de los componentes de los sistemas instalados en la comunidad donde se haga entrega de los sistemas, integrando en la medida de lo posible el mínimo de ilustraciones de dibujo.

Cabe mencionar que los insumos para desinfección del agua para consumo humano, serán distribuidos por las autoridades locales, dado que son insumos de constante abastecimiento, y la CONAGUA se encargará de dotar de la infraestructura necesaria para el abasto de agua y de un primer kit de desinfección de agua para consumo humano, de igual manera en los sistemas de abasto de agua proveniente de pozo, el encargado de abastecer el insumo al clorador automático es el municipio a través de los Organismos Operadores de Agua, en este caso se operaría de la misma manera a nivel domiciliario para el agua destinada a consumo.

8. Bibliografía

ARCSA-ASPE (2009). *Rainwater catchment design and installation standards*. American Rainwater Catchment Systems Association.

Comisión Nacional del Agua (2016). *Expediente Técnico del “Programa Nacional para captación de agua de lluvia y ecotecnias en zonas rurales (PROCAPTAR)*. Subdirección General Técnica.

Comisión Nacional del Agua (2015). *Obras de Captación Superficiales*. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, 2015.

Texas Water Development Board (2005). *The Texas Manual on Rainwater Harvesting*. Third Edition, Austin Texas.

9. Anexos

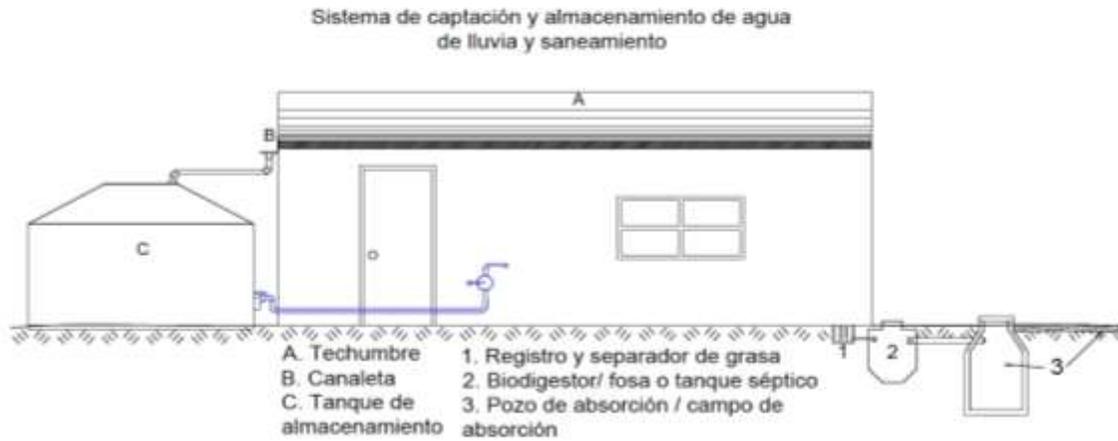
Se muestran como Anexos los esquemas de instalación base para los componentes del Sistema de Captación de Agua de Lluvia.

Para este fin, la disposición de cada elemento que compone el Sistema de Captación de Agua de Lluvia, debe apegarse a los documentos emitidos por la Comisión Nacional del Agua específicos para cada caso en estudio y a los reglamentos de construcción locales emitidos por las autoridades responsables del control y suministro de agua potable.

En las siguientes figuras y esquemas de muestra de manera ilustrativa los componentes básicos y su ubicación dentro del sistema proyectado, en cada caso particular se deberán realizar los ajustes que sean necesarios en la vivienda donde se instale el sistema, cada uno de los componentes son ilustrativos, más no limitativos, en caso de encontrar en el mercado comercial dispositivos que cumplan con la finalidad de alguno de los componentes del sistema, podrá analizarse su viabilidad de aplicación en el sistema SCALL previo consenso del Proyectista/Contratista con la entidad ejecutora, teniendo como base los presentes lineamientos y/o las normas aplicables en la materia, de tal manera que se garantice la cantidad y calidad del agua necesaria para su aprovechamiento durante todo el año.

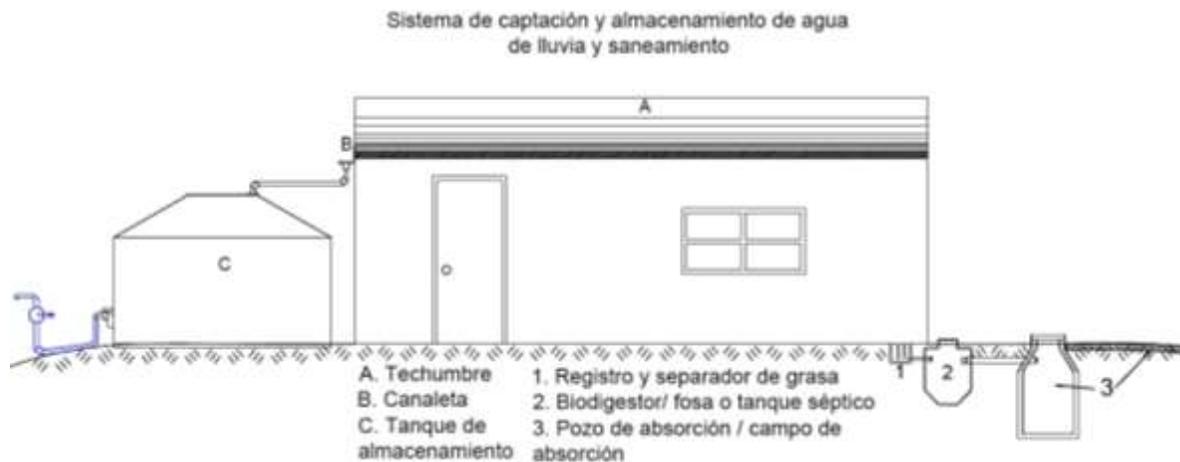
9.1. Figuras y esquemas.

**Esquema integral 1,
agua entubada dentro de la vivienda**



Esquema General de Sistema de Captación de Agua de Lluvia con servicio de toma domiciliaria al interior de la vivienda.

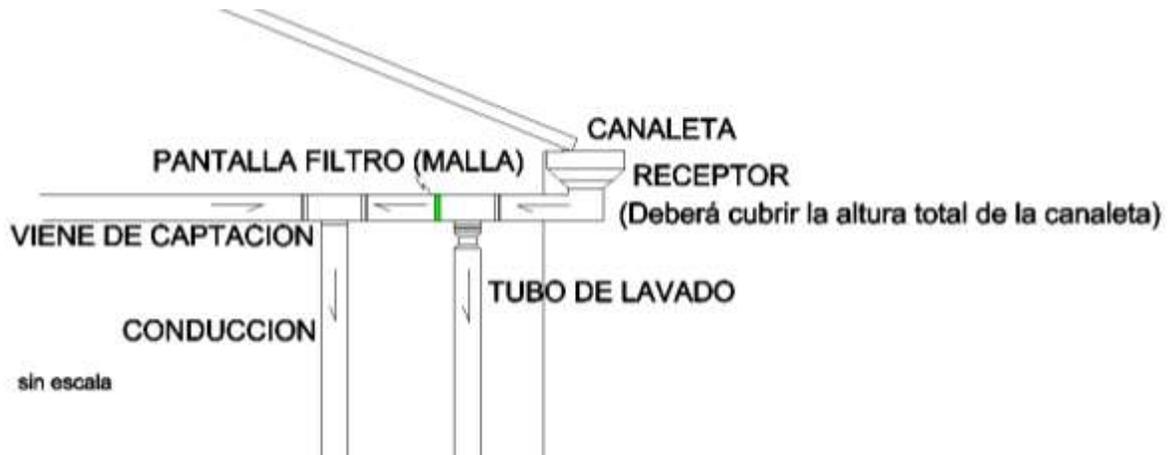
**Esquema integral 2,
agua entubada fuera de la vivienda
pero dentro del predio**



Esquema General de Sistema de Captación de Agua de Lluvia con servicio de toma domiciliaria al exterior de la vivienda pero al interior del predio.

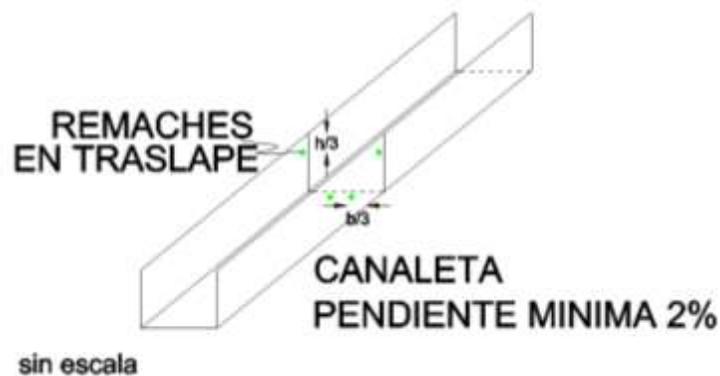
Esquemas de captación.

En los esquemas mostrados, se deberá hacer la fijación de los tubos de captación a elementos firmes de la vivienda o en caso de que se haga un tramo “volado” de tubería, se deberá buscar su apoyo con algún punto firme.



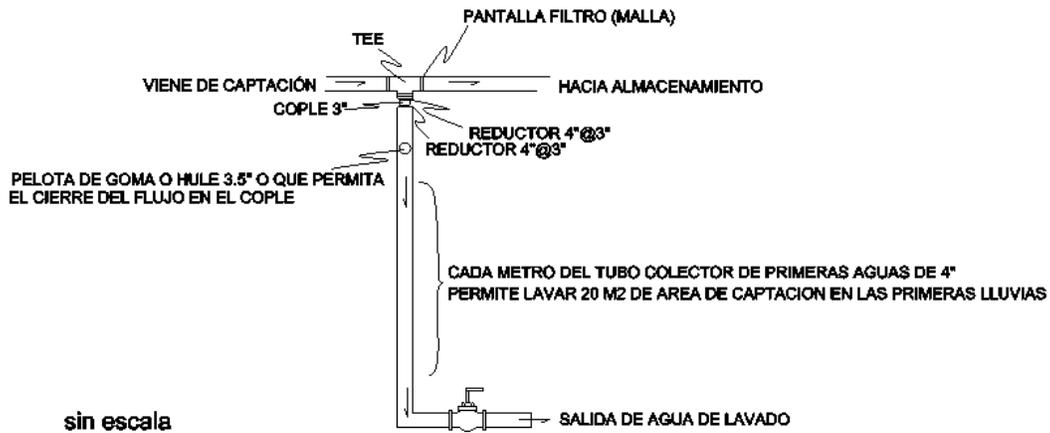
La captación, las canaletas y las tuberías de conducción deberán tener una pendiente mínima del 2% para drenar adecuadamente el agua captada.

Se deberá colocar una pantalla tipo malla, como trampa de basuras o elementos pequeños que hayan sido arrastrados de la captación, y se desecharán por el tubo de lavado, la malla se ubicará en el lado de aguas abajo enseguida de la bajada del tubo de lavado.



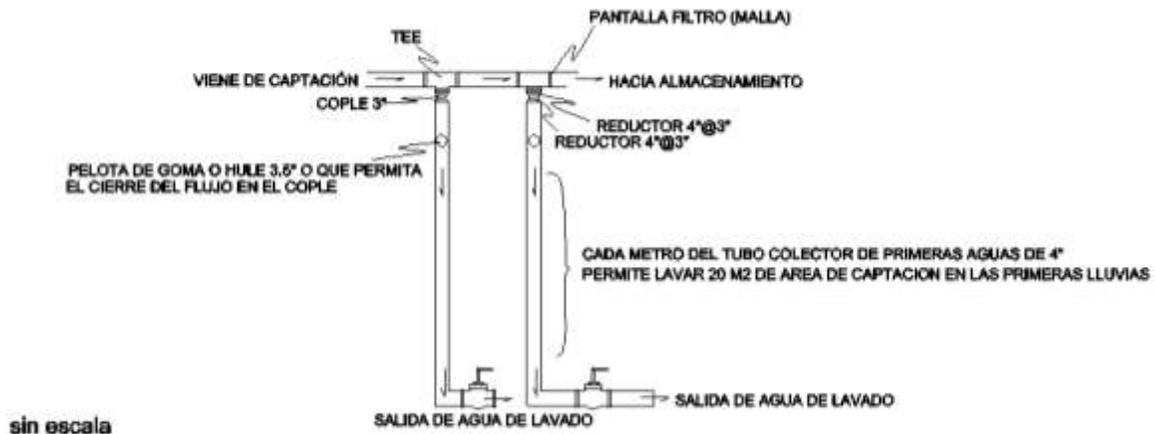
Se deberán traslapar las canaletas en una longitud de 2 centímetros, colocando 4 remaches en su contorno para asegurar su posición, así también el traslape será sobre la canaleta de aguas abajo.

La tubería de lavado para las primeras aguas, podrá tener tres arreglos diferentes, el primero teniendo una captación única de una sola canaleta y entregando al tanque, se podrá instalar un tubo de 4" que por cada metro lineal permitirá almacenar agua de lavado de hasta 20 metros cuadrados de captación, en caso de existir en el mercado algún dispositivo que permita realizar la colecta de las primeras aguas de lavado de área de captación, podrá hacerse uso de éste previa justificación técnica.



ARREGLO 1; CUANDO UN TUBO DE PRIMERAS AGUAS CUBRE EL 90% DEL AREA DE CAPTACIÓN

El segundo arreglo es cuando se tienen más de 20 metros cuadrados de captación que se colectan en una línea de canaletas, de esta manera se deberán colocar tubos adicionales de lavado para garantizar el lavado del área de captación, la malla que actuará como filtro se colocará aguas abajo de los tubos de lavado.



ARREGLO 2; CUANDO SE REQUIEREN TUBOS ADICIONALES DE PRIMERAS AGUAS PARA CUBRIR EL 90% DEL AREA DE CAPTACIÓN

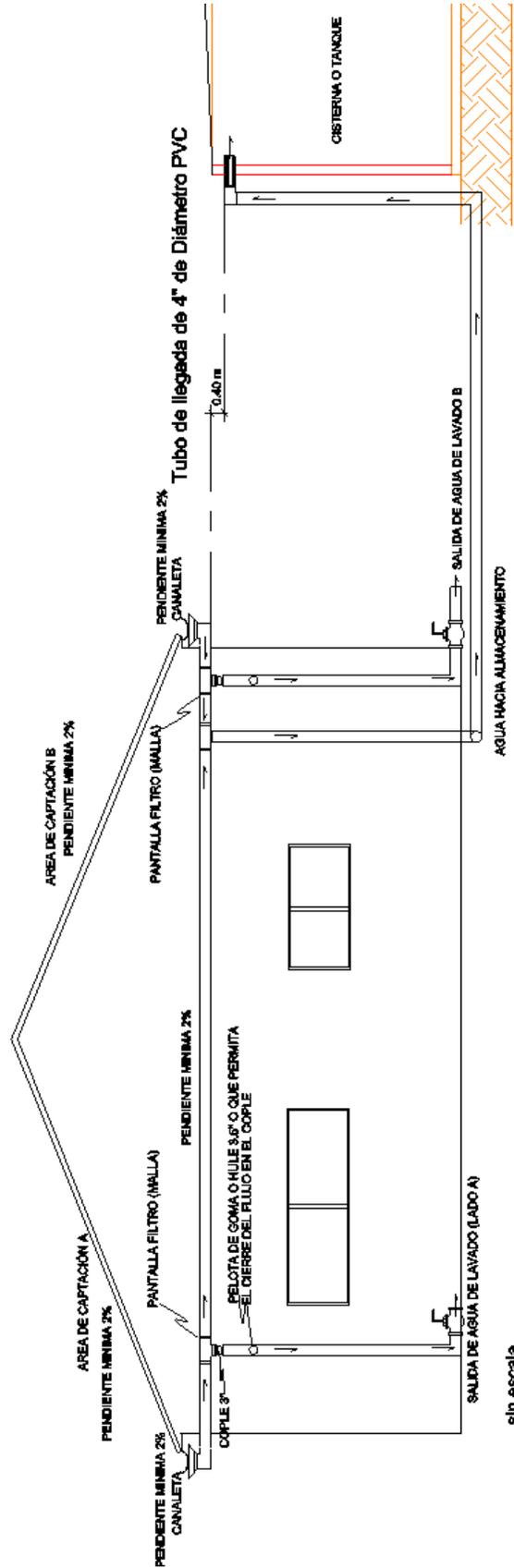
La tercer opción es colocar una tubería de lavado que no contará con cierre automático (bola de hule o cualquier otro dispositivo disponible en el mercado), de tal manera que el cierre y apertura de la válvula de lavado será controlada por el usuario, de esta manera se deberá permitir que el agua de lavado se pueda captar y utilizar en el riego de jardines o lavado de banquetas, dado que será agua que contenga los elementos arrastrados en las primeras aguas que escurran de una lluvia dada.



ARREGLO 3; CUANDO EL CONTROL DE LAVADO SERÁ A CARGO DEL USUARIO SE PODRÁ COLOCAR EN LA SALIDA DE LA VÁLVULA UN BIDÓN DE 200 LITROS

La llegada de la conducción a la cisterna o tanque, deberá realizarse por la parte superior, ya sea mediante sifón invertido o de manera directa desde las canaletas (lo que implica “volar” el tubo), la llegada deberá ser al fondo del almacenamiento mediante una “U” formada con codos, de tal manera que se minimice la resuspensión de sedimentos por acción del agua que ingresa a la cisterna.





SERVICIO MEDIANTE SIFON
EL TUBO SE DEBERÁ ENTERRAR CONFORME A ESPECIFICACIONES DEL MAPAS
CUANDO SE REQUIERA HACER EL ARREGLO SE DEBERÁ BUSCAR QUE SEA POR LA PARTE CONTRARIA AL ACCESO

Si el esquema de la conducción se realiza mediante tubería “volada” de manera directa desde las canaletas hacia la cisterna, se deberá garantizar una pendiente mínima del 2% a lo largo de la conducción, de igual forma si el servicio a la cisterna se hace mediante un sifón invertido, se deberá garantizar un desnivel mínimo de 40 centímetros entre la clave inferior del codo receptor de las canaletas y la clave superior del codo que entrega el agua a la cisterna, cuando la conducción sea directa, se deberá garantizar que ésta no sufrirá desviaciones o “se colgará” por efecto del peso propio del tubo o del agua que contendrá durante una tormenta.

La salida a servicio deberá ubicarse al menos 10 centímetros por encima del fondo de la cisterna, con la finalidad de evitar extraer sedimentos del fondo, a esta salida se le podrá conectar una bomba eléctrica o manual de acuerdo a las especificaciones del proyecto.



La salida para desfogue de la cisterna con la finalidad de su vaciado completo para labores de limpieza y mantenimiento, se deberá hacer mediante un tubo de 1" colocado al fondo de la cisterna.



9.2. Referencias al Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.

Como otras referencias complementarias se podrá consultar el Libro 7: Obras de captación superficiales, Capítulo 3: Captación de aguas atmosféricas, del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.