



MANUAL DE CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA PARA CENTROS URBANOS

**Ilán Adler
Gabriela Carmona
José Antonio Bojalil**

2008

MANUAL DE CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA PARA CENTROS URBANOS

CONTENIDO

1 Introducción

2 Antecedentes y problemática urbana

3 Los efectos de la urbanización

4 Retos e importancia de la captación de agua de lluvia

5 Elementos del los sistemas de captación de agua de lluvia

5.1 El factor humano

5.2 Los factores técnicos

6 El diseño de un sistema de captación de agua de lluvia

6.1 Uso que se le pretende dar al agua de lluvia captada

6.2 Precipitación pluvial en la ciudad

6.3 Superficies de captación

6.4 Conducción del agua de lluvia (canales y tuberías)

6.5 Cisternas, tanques y otros elementos de almacenamiento

6.6 Filtros y calidad del agua de lluvia

6.7 Bombas o sistemas de elevación de agua

6.8 Espacios para instalación del sistema

6.9 Mantenimiento

6.10 Capacidad de Inversión

7. Sistemas complementarios y alternativos de ahorro de agua

Referencias

Guía de proveedores

Acerca de los Autores

Anexos: Formatos de trabajo

1 INTRODUCCIÓN

Estamos enfrentando tiempos difíciles en materia ambiental y gran parte de esta problemática está relacionada al agua.

La escasez de agua y saneamiento adecuado es una problemática que va creciendo cada día más. Dentro del marco del 4° Foro Mundial del Agua, en la declaración Ministerial se reafirmó la importancia crítica de este recurso, en particular el agua dulce para todos los aspectos del desarrollo sustentable. Subrayaron la necesidad de incluir el agua y saneamiento como prioridades en los procesos nacionales, reconociendo el interés y la importancia de prácticas innovadoras como el manejo del agua de lluvia.

En este Manual de Captación de Agua Pluvial, queremos enfocarnos en la problemática urbana y hacer hincapié en las alternativas que los ciudadanos como individuos y grupos organizados podemos hacer para ampliar y/o generar el abastecimiento de agua potable.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) está realizando en paralelo a esta publicación, un manual correspondiente para captación pluvial en zonas rurales.

En una ciudad, pocas veces conocemos el verdadero origen de los satisfactores necesarios para nuestra supervivencia: la comida se consigue en el mercado o tiendas de autoservicio, el gas lo compramos en los camiones distribuidores o nos llega por tubería y el agua simplemente sale del grifo al abrir este. Y cuando el agua no sale, llamamos a “alguien que resuelva el problema”.

Una ciudad no nos deja ver la gravedad del problema en que se esta convirtiendo la escasez del agua. Solo la percibimos cuando nos afecta directamente. Sin embargo el problema existe. No podemos seguir ignorando el hecho de que cada día nos enfrentaremos a una progresiva disminución de las principales fuentes de agua dulce que son utilizadas para abastecer a las ciudades, y no podemos esperar a que las autoridades resuelvan el problema de abastecimiento de manera unilateral, pues ya es un problema que rebasa las capacidades de sólo una instancia.

En ese sentido pensamos que las propuestas de este manual que van dirigidas a los particulares, deben ser apoyadas y también practicadas por las autoridades, por dos razones: por que es un método más económico y fácil de instalar que los costosos sistemas municipales tradicionales, y segunda por que la autoridad es responsable de dar ejemplo y apoyar en forma práctica a toda la población urbana, sobre todo a la que actualmente esta atendiendo de una manera inadecuada o simplemente no atiende.

El mal uso del agua gratuita que cae del cielo que hemos llevado hasta la fecha, ha contribuido al problema de escasez y contaminación de esta, ya que no solo

no aprovechamos el agua pluvial, sino que además la contaminamos y la desperdiciamos. Al canalizarse a las coladeras y posteriormente al drenaje, el agua pluvial se mezcla con aguas negras, jabonosas y residuos industriales, convirtiéndose en agua contaminada.

Tenemos alternativas. No debemos ser pasivos ante este problema, podemos tomar responsabilidad y retomar la sabiduría de nuestros antepasados al utilizar la lluvia para abastecerse de agua potable. En este manual daremos en forma sencilla las herramientas necesarias para construir un sistema de captación de agua de lluvia, con la posibilidad de aprovechar la infraestructura ya existente en nuestras viviendas.

¿QUÉ ES LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA?

La captación de agua de lluvia es la recolección, transporte y almacenamiento del agua de lluvia que cae sobre una superficie de manera natural o hecha por el hombre. Las superficies que captan el agua en las ciudades pueden ser techos de casas y edificios, techumbres de almacenes y de tiendas, explanadas, etc. El agua almacenada puede ser usada para cualquier fin, siempre y cuando utilicemos los filtros apropiados para cada uso, es decir, para usos básicos como limpieza de ropa, de pisos, sanitarios y riego puede usarse un filtro muy sencillo; para aseo personal y para agua que se pretenda beber, se deberá tener un sistema de filtros diferente, adecuados para estos fines.



Sistema de captación: SEMARNAT México.

2 ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA URBANA

Desde hace miles de años la captación de agua de lluvia era práctica común para muchos pueblos, pero en nuestra época dicha práctica ha sido sustituida por el suministro de agua de las instituciones de gobierno, por medio de las redes municipales o públicas de agua potable que la conducen a los hogares

ciudadinos, gracias a un largo e impactante proceso de obtención y tratamiento y a una costosa red de tuberías. Sin embargo, en la ciudad muchas familias no tienen acceso a la red de agua potable y es por otros medios que obtienen el líquido, por ejemplo tomándola de ríos, por lo regular contaminada, o comprándola a altos costos en los camiones tanques o cisterna, los cuales no siempre tienen los estándares de calidad para transportar el agua potable.

En general los sistemas municipales o estatales se abastecen por medio de pozos de agua subterránea de debajo de las ciudades. Esto, afecta al subsuelo por la falta de recarga suficiente, ya que la extracción es mucho mayor a la recarga, y la pavimentación extendida en las ciudades no permite ya una recarga natural proporcional a la extracción.

A esto se añade el problema de la antigüedad de las tuberías de drenaje, que cuando por el tiempo se rompen descargan aguas negras al subsuelo contaminando los mantos freáticos. Por lo tanto el agua que se extrae del subsuelo se encuentra cada vez más honda y más contaminada, con lo que su extracción y tratamiento se encarece.

La ruptura del drenaje puede contaminar el agua potable de las tuberías que la conduce, si estas tuberías presentan fisuras por el mismo problema de su antigüedad.

También los sistemas municipales se abastecen de fuentes externas como son los ríos, los cuales son entubados y desviados a la ciudad, en este caso ya que el agua que se entuba no se devuelve limpia a la naturaleza, sino como agua residual contaminada, se incide cada día más en el problema de escasez de fuentes de agua limpia. Existe también una fuerte afectación a las cuencas hidrológicas y los ecosistemas, que de los ríos y otros cuerpos de agua dependen.

Y por si fuera poco, se generan fuertes conflictos políticos y económicos entre entidades jurídicas distintas por el control del agua de los ríos y fuertes afectaciones a las comunidades aledañas a estos.

3 LOS EFECTOS DE LA URBANIZACIÓN

El rápido crecimiento de la población, combinado con la industrialización, urbanización, intensificación de la agricultura y la demanda creciente de agua en nuestro estilo de vida, ha dado como resultado una crisis global. Para el año 2000, se estima, que por lo menos 1.1 billones de personas en el mundo no tuvieron acceso a agua limpia.¹

¹ Blue Drop Series on Rainwater Harvesting and Utilisation – Book 1: Policy makers. 2005. página 2. UNHABITAT - United Nations Human Settlements Programme

Debido al gran crecimiento de la población y a la gran demanda de servicios en las ciudades, muchas zonas que no sólo carecen de abastecimiento de agua potable, también carecen de un buen sistema de saneamiento, dándose una fuerte contaminación por las aguas negras que son vertidas directamente al suelo y que se filtran, además de la fuerte contaminación por defecar al aire libre en estas zonas o por las descargas de letrinas húmedas tradicionales.

La mayoría de las veces estas zonas, por ser de clase trabajadora, están situadas cerca de fábricas que puede descargar residuos peligrosos en los cuerpos de agua subterráneos o superficiales cercanos. Estos factores contaminan el agua y ocasionan problemas serios de salud e higiene, especialmente en las zonas de menor nivel socioeconómico

Dos elementos más de la problemática del abastecimiento de agua en las ciudades es el fuerte desperdicio, tanto en el consumo, como por la calidad de las instalaciones; domiciliarias y públicas, en parte por su falta de mantenimiento, así como la ruptura de las tuberías de la red hidráulica por su antigüedad (cuyo mantenimiento es sumamente costoso y muy lento), y por otra parte esta el problema del uso extendido del cloro como principal desinfectante del agua, ya que varios estudios demuestran que es un fuerte factor de riesgo que afecta a la salud.²

Se estima que la Ciudad de México pierde, por fugas y rupturas de las tuberías, aproximadamente el 40% del total del agua potable que debería entregar la red hidráulica.



Escasez de agua en la ciudad.

² The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. 2005. Austin, Texas. Página 2. Texas Water Development Board.

4 RETOS E IMPORTANCIA DE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Son varios los retos que este manual y la aplicación misma de los sistemas de captación de agua de lluvia se pretenden alcanzar.

Partiendo de lo general a lo particular pensamos que si la creciente urbanización es un proceso normal del desarrollo económico, el reto es hacer que este crecimiento sea sustentable, eficiente y equitativo.

Desafortunadamente el rol positivo de la urbanización se ha ensombrecido por las deficiencias en infraestructura. La disponibilidad del agua en las regiones baja constantemente y los riesgos para la salud continúan subiendo.

Así los sistemas de captación de agua de lluvia deben contribuir en la medida de lo posible a alcanzar el desarrollo sustentable con respecto al consumo del agua, pero en lo particular tendremos otros objetivos a saber:

- Lograr la aceptación y participación creciente de la población urbana, en la implementación de sistemas individuales y colectivos de captación de agua de lluvia, adaptados a sus necesidades y posibilidades. En esta categoría entran todos los grupos; los que actualmente cuentan con red de agua potable y los que se surten por otros medios del vital líquido.
- Convencer a los particulares y a las autoridades de que este sistema, no solo da beneficios directos, palpables y demostrables, sino también indirectos, pensando en que con la liberación de los recursos que se logra en lo social, se puede promover y beneficiar a los grupos que actualmente no cuentan con el servicio, apoyándolos en la creación de estos sistemas de captación y tratamiento de agua de lluvia. Es decir, que en parte el reto es buscar la equidad.
- Un reto de gran valor es el lograr la conciencia de la importancia y cuidado del agua, sobre todo de esta que llega a nosotros del cielo y que tiene una calidad excepcional. Entonces la implementación correcta de estos sistemas podrá ser un ejemplo que pueda influir a otros a aplicarlo.
- Superar el prejuicio de que este sistema es un gasto en tiempo y dinero, pues lo que se tiene es una inversión en recursos más limpios y con la garantía de tener acceso a el recurso hídrico durante mucho más tiempo, e incluso entender que es una inversión de corto plazo ya que esta se reflejará en un corto tiempo, en el ahorro de dinero al disminuir considerablemente los pagos por consumo de agua.

El manual pretende por lo tanto lograr que quien lo lea, se capacite para un diseño y un manejo adecuado del sistema de captación a partir de instrucciones fáciles y básicas, con la posibilidad enfrentar con resultados sólidos, las posiciones críticas que en lo alternativo no ven mas que un retroceso.

El manual incluye propuestas prácticas complementarias para lograr la optimización del sistema de captación de agua de lluvia, combinándolo con otros sistemas de cuidado del agua aplicables al ámbito urbano.

CAPTACIÓN PLUVIAL VS. DISTRIBUCIÓN CONVENCIONAL DE AGUA EN LA CIUDAD.

Los sistemas de captación de agua de lluvia tienen sin lugar a dudas muchos beneficios, enumeraremos brevemente los más importantes, así como las ventajas comparativas que tiene contra el sistema tradicional urbano de redes subterráneas de distribución.

Beneficios de la captación de agua pluvial:

El agua de lluvia es gratis, la única inversión que hay que realizar es en la captación y el tratamiento, pero su amortización se realiza en un corto tiempo.

Con este método se paga anualmente mucho menos en cuentas de agua.

La poca o nada de dureza del agua de lluvia ayuda a aumentar la escala en aplicaciones, extendiendo su uso. El agua de lluvia elimina la necesidad de un suavizador de agua y las sales que le añaden durante este proceso.

El agua de lluvia está libre de sodio, importante para gente con una dieta baja en sodio.

El agua de lluvia es superior para el riego de las plantas de los hogares.

Los sistemas presentan un fácil mantenimiento.

El agua de lluvia provee una fuente de agua cuando es temporada de estiajes y la dotación se reduce fuertemente, o cuando hay escasez del agua subterránea.

Más ventajas comparativas del sistema de captación de agua de lluvia contra un sistema tradicional de distribución de agua.

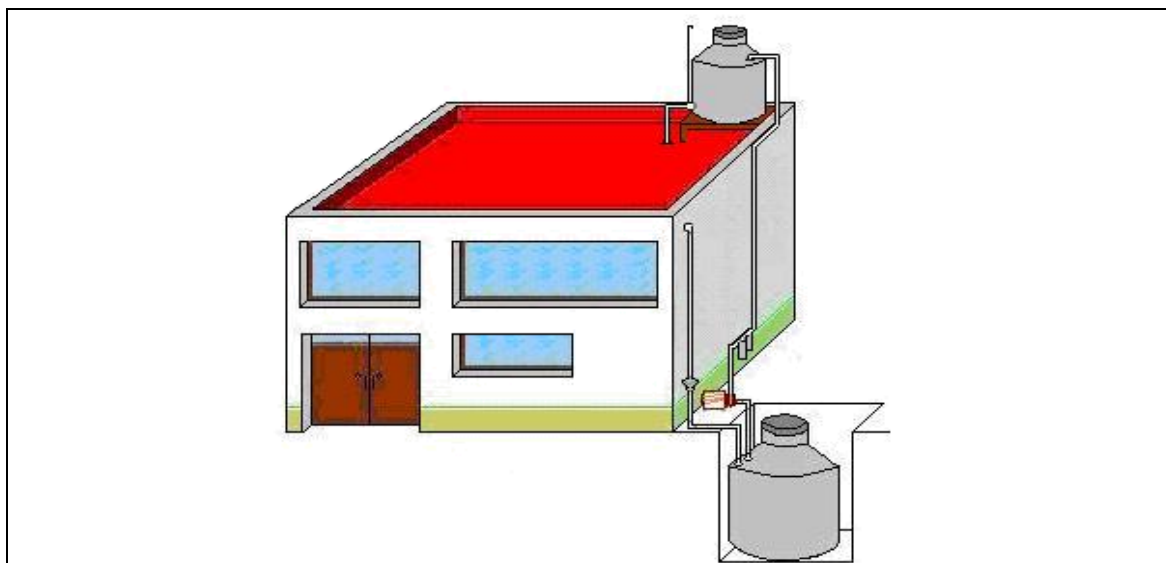
El agua de lluvia se recolecta y almacena cerca del edificio o casa que la consume, lo cual elimina la necesidad de sistemas de distribución costoso y complejo.

Se logra un gran ahorro de energía, ya que se evita todo el proceso de extracción o entubamiento y el de distribución y bombeo del agua para su transportación, los cuales demandan una gran cantidad de energéticos.

Tiene un costo mucho menor, que el de las redes hidráulicas públicas, tanto en la inversión primaria como en el costo de mantenimiento, reparación y ampliación del sistema de redes.

Puede aplicarse prácticamente de inmediato a todas las comunidades urbanas que no cuenten con redes de agua potable.

No impacta al subsuelo (con la extracción acelerada) ni a los ríos y sus ecosistemas (con el desvío y entubamiento de estos) ya que su fuente principal viene de la lluvia. Por tanto se mantienen los mantos acuíferos en mejores condiciones al tener una menor necesidad de extracción.



Sistema de captación urbano

Sin embargo es importante comentar que el sistema tiene algunas desventajas:

El costo inicial de la construcción o adecuación al sistema que ya existe puede llegar a ser una inversión fuerte. Aunque esta dependerá de la construcción o modificaciones que se tengan que hacer en cada caso, *(sin embargo es más barato que construir un sistema convencional y en ese sentido, el Estado debe aprovechar la voluntad de los particulares y brindarles apoyo material para instalar el sistema)*.

La disponibilidad del agua es limitada; por la cantidad de precipitación pluvial en cada ciudad, por el tamaño de la superficie de captación y por el tamaño de la cisterna. Fuentes suplementarias de agua pueden ser necesarias en algunas temporadas del año.

El agua libre de minerales tiende a tener un sabor plano, alguna gente puede preferir el sabor del agua rica en minerales. También puede causar deficiencias en la nutrición en gente que lleva una dieta baja en minerales y para las cuales las sales del agua son su única fuente.³

5. ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

5.1 El factor humano:

Para que un sistema de captación de agua de lluvia funcione en una zona urbana, debemos tener en cuenta algunos factores fundamentales:

- Querer hacer el cambio.
- Acordarlo con las personas con quien vivimos.
- Acordarlo con nuestros vecinos, en caso de ser un edificio o que esta decisión los afecte de alguna manera.

³ 4.1 Information and Training for Low-Cost Water Supplí and Sanitation. Rainwater Roof Cachment Systems. Participants' notes. 1986. Página 2. UNDP- Wordl Bank Water and Sanitation Program.

- Hacerse responsable del mantenimiento para el mejor funcionamiento del sistema.

Es decir, debemos trabajar en equipo con las personas que nos rodean.

En las ciudades, donde es poco común que hablemos con nuestros vecinos fuera de dar el saludo, esto puede ser un reto muy grande. Sin embargo, debido a que en las ciudades podemos comenzar por utilizar las instalaciones ya construidas, con un mínimo de modificaciones, los acuerdos pueden llevarse a cabo sin grandes complicaciones.

En muchas ciudades esto se ha llevado a cabo con gran éxito a todos los niveles. Especialmente en ciudades que tienen problemas serios con el abastecimiento de agua potable.

Idealmente la comunidad y/o la familia debe expresar sus necesidades y preferencias. Es esencial que sean consensuadas las decisiones más importantes como el tamaño y escala del sistema y las necesidades del mantenimiento del mismo, ya que las necesidades y voluntad de aplicación, varían de una comunidad o familia a otra, de acuerdo a la escasez de agua potable, compromiso ambiental, conocimientos del tema, tradiciones locales, etc.

A un nivel más amplio, como un barrio e incluso una sección de la ciudad, los retos son mayores, ya que incluyen la gestión de fondos para realizar el sistema. Debe incluir un proceso para intercambiar información y llegar juntos a la decisión de qué sistema es el mejor para su comunidad y así hacer la toma de decisiones de manera conjunta con tareas y responsabilidades claras.

En los anexos se presenta un cuestionario para establecer un primer diagnóstico de la familia o la comunidad, acerca de la necesidad y viabilidad del sistema de captación de agua de lluvia. (Cuestionario I)

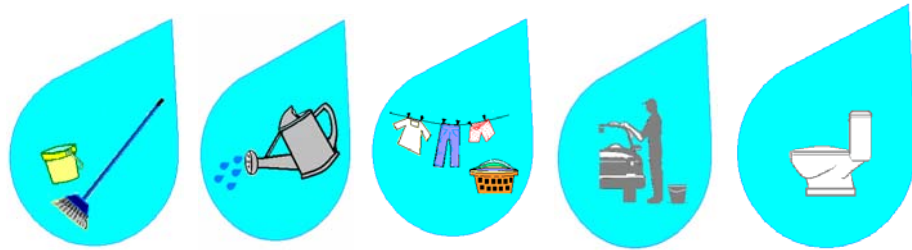
5.2 Los factores técnicos:

A partir del acuerdo de una comunidad o familia y del deseo de diseñar e implementar un sistema de captación de agua de lluvia, se debe tener una clara comprensión de los elementos que componen a este sistema: *Los factores materiales (los techos y cisternas con los que contamos o el espacio para construirlos o instalarlos, los sistemas de filtros, etc.). Las condiciones naturales (la cantidad de lluvia, la intensidad de las tormentas, la duración de la temporada). Las variables (el número de integrantes de la familia o comunidad, las costumbres de consumo, etc.) y Las expectativas (los usos para lo que queremos el agua), con la finalidad de lograr la dimensión adecuada del sistema, que traiga el mayor número de beneficios con una menor inversión. Presentamos en forma resumida a continuación, estos factores técnicos:*

a) Uso que se le pretende dar al agua de lluvia captada.

Según la necesidad o prioridad el agua puede servir para:

Usos simples como limpieza de pisos, inodoros o excusados, limpieza de ropa, riego de plantas, limpieza de autos y otros.



Usos complejos: Limpieza corporal, agua para beber y cocinar.



Número de integrantes de la familia o comunidad a beneficiar y el consumo actual:

El número de miembros determinará el posible tamaño del sistema y la duración de la reserva. Se debe hacer un análisis del actual consumo de la familia o la comunidad. En el caso de una familia, se debe hacer un análisis por individuo de su necesidad específica de agua.

Cantidad de agua que se pretende captar (Tiempo de reserva o duración del agua de lluvia captada): Depende de varios factores, tales como el inventario de los elementos físicos existentes para la captación, la precipitación pluvial en la zona, el uso que se le pretende dar al agua y volumen actual de consumo de agua, y el reconocimiento de otras fuentes de suministro en la zona.



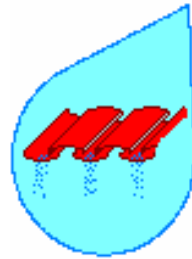
b) Precipitación pluvial en la ciudad.

El número de milímetros anuales de lluvia en la zona del proyecto, el cálculo de lluvia máxima durante las tormentas y la duración en meses del periodo de lluvias.



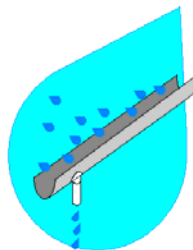
c) Superficies de captación.

Los techos con los que contamos actualmente que sean susceptibles de uso y las techumbres que se puedan construir; para lo cual es necesaria su adecuación y mantenimiento óptimo al utilizarlos como áreas de captación de agua de lluvia.



d) Conducción del agua de lluvia (canales y tuberías).

Son las tuberías de conducción del agua de lluvia en los diferentes procesos. Las cuales requieren preparación y mantenimiento.



e) Cisternas, tanques y otros elementos de almacenamiento.

Pueden ser los siguientes: Contenedores existentes viables de usarse, contenedores óptimos que se construyan o compren, los cuales requieren ser preparados y darles mantenimiento.



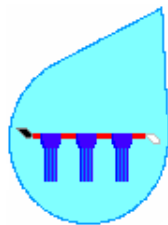
f) Filtros y calidad del agua de lluvia.

El sistema presenta elementos para garantizar una cierta calidad del agua en el tratamiento, que son los filtros, los hay de gran sencillez y otros de mayor complejidad:

Prefiltros que se colocan en la tubería o canaletas que lleva el agua captada de las superficies a los filtros y que sirven para retener principalmente las hojas de los árboles u otros sólidos de gran tamaño, suelen ser rejillas, coladeras o mallas plásticas o metálicas. Aquí también se clasifican los sedimentadores (de tierra que arrastra el agua) y las trampas de grasa (que impiden el paso de los líquidos grasosos de menor densidad que el agua, al sistema de filtros).

Los filtros son los elementos más complejos utilizados para la limpieza del agua. Estos se determinan según el consumo que se vaya a realizar con el agua captada. Y deberán cumplirse las normas de mantenimiento y reposición de los elementos con caducidad de los filtros.

Desinfección, esta se logra por medio de instrumentos especiales, sobre todo cuando el agua se quiere para ser consumida directamente, es decir se quiere que sea potable.



g) Bombas o sistemas de elevación de agua.

Estas pueden ser: Sistemas de elevación electromecánica para algunos procesos de filtración y para subir el agua a contenedores elevados de distribución final. Sistemas de elevación manual o con fuentes de energía distintas a la convencional eléctrica; bombas de mecate, de succión, etc. Bombas accionadas por energía eléctrica por medio de celdas fotovoltaicas. Todas ellas llevan una previa preparación y un adecuado mantenimiento.



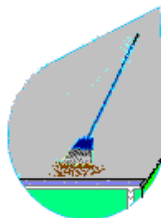
h) Espacios para instalación del sistema.

Es el cálculo de los espacios (y de la capacidad de carga de la edificación), a utilizar para la instalación del sistema de captación, almacenamiento y tratamiento y distribución del agua pluvial. En este se debe tomar en cuenta la capacidad de carga del suelo, donde se construyan o instalen componentes nuevos del sistema.



i) Mantenimiento.

Es la parte del proceso que garantiza la limpieza y reparación de los elementos del sistema que lo requieran y se deberá tener un programa de monitoreo y mantenimiento de todo el sistema, que en muchos casos son pequeñas y rápidas acciones de limpieza.



j) Capacidad de Inversión.

Estos son principalmente los ahorros que se logran usando parte de la infraestructura actual de la vivienda o edificio. O en el caso de ser una edificación nueva que se va a construir, los gastos de instalación suelen ser muy reducidos ya que se integran al costo general de la obra.

Los plazos de recuperación de la inversión están en función de la inversión y del uso adecuado del agua captada y tratada.

Las inversiones se pueden realizar en forma progresiva, esto se facilita cuando se tiene la previsión en la primera inversión del sistema, para recibir las ampliaciones futuras del sistema de captación.

Todo ello traerá ahorros para la familia y un impacto ambiental positivo.



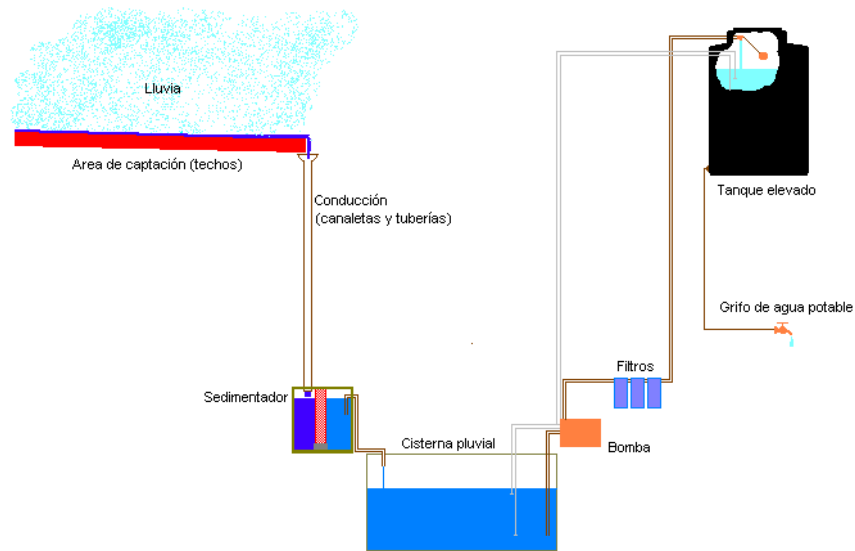
En las ciudades se tienen zonas consolidadas urbanísticamente, en términos de que cuentan ya con redes de agua potable y con energía eléctrica, sin embargo existen zonas dentro de las ciudades que no cuentan con estos elementos o solo los tienen parcialmente. Sin embargo en ambos ámbitos urbanos es posible y altamente recomendable la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia. En cada ámbito se tendrán en cuenta aspectos distintos y la inversión inicial será diferente, pero en todos los casos los resultados contribuirán a mejorar en forma directa la calidad de vida de quien lo utilice y la economía familiar, y en forma indirecta: al medio ambiente, al conjunto de la población y a las finanzas de las ciudades.

6 EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA.

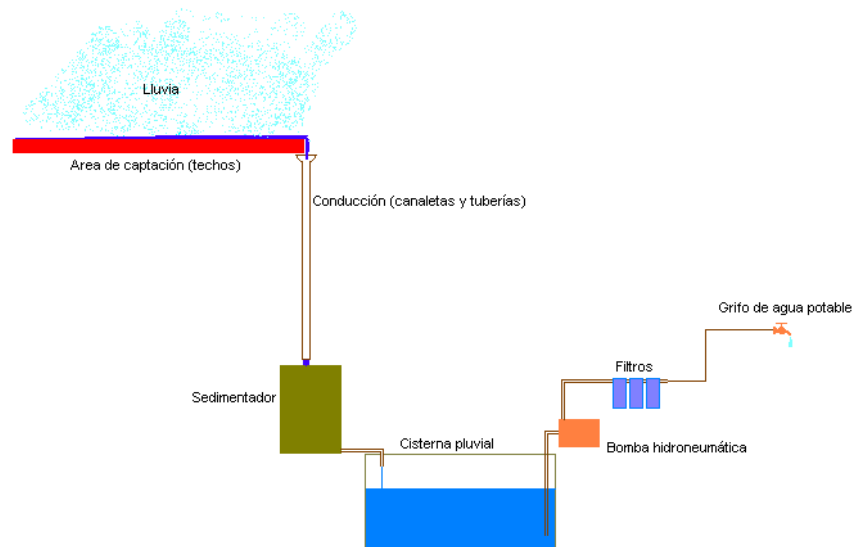
Una vez establecida la necesidad y acordada por los miembros de la familia o la comunidad, para instalar un sistema de captación de agua de lluvia y que la participación y el compromiso estén consensados (mirar Cuestionario I en los Anexos), el siguiente paso es conocer las necesidades y las condiciones materiales básicas que en todo proyecto intervienen.

Pero es importante comentar que un sistema mínimo de captación, nos podrá entregar el 100% de agua, por lo menos durante los meses que dura la temporada de lluvia, siempre y cuando la relación entre capacidad de captación y tratamiento y el promedio anual pluvial en la zona sean iguales al consumo de agua (en ese mismo periodo de tiempo) de una familia o comunidad determinada.

Partiendo de esta primera premisa los sistemas de captación y tratamiento de agua pluvial se pueden diseñar como sistemas enfocados a satisfacer uno o varios usos durante un cierto tiempo, pero el sistema pudiera diseñarse también para satisfacer el 100% de la necesidad de agua en todo el año, cuando el espacio, los recursos y la cantidad de lluvia en una zona lo permitan. Veamos que se requiere conocer:



Sistema de captación con dos contenedores: uno enterrado y otro elevado.



Sistema de captación con un solo contenedor y bomba hidroneumática.

6.1 Uso que se le pretende dar al agua de lluvia captada, ¿Quiénes la van a usar y cuanto se pretende usar?:

¿Qué uso queremos darle al agua de lluvia que se va a captar?

Dependiendo del número de actividades que elijamos, en los que se usará el agua de lluvia captada (limpieza corporal, de la casa, de la ropa, del excusado, para riego y para consumo humano, beber y cocinar, o todos ellos) el sistema será más complejo o más sencillo y la inversión variará considerablemente (mirar el formulario de trabajo en el Cuestionario II).

Así una vez que se tiene claro para que se desea utilizar el agua que se captará, se necesita establecer el número de litros promedio por día de ese o esos usos.

A continuación presentamos una tabla de los consumos promedio por persona y por actividad, para una vivienda urbana en la Ciudad de México (para cada ciudad se deberán buscar los promedios o bien en base a la experiencia propia definir los litros que gasta en cada uso una familia), aquí se calcula que el volumen de gasto diario por persona es de 200 litros distribuidos de la siguiente manera.

Litros	Concepto de uso	Porcentaje
64	Regadera	32%
60	Desechar heces fecales y orina	30%
20	Limpieza de Trastes	10%
18	Limpieza de ropa	9%
12	Lavamanos y lavado de dientes	6%
10	Auto plantas y otros	5%
8	Aseo de casa	4%
6	Comida	3%
2	Consumo personal	1%
200	Total	100%

Con estos datos podemos establecer el consumo personal y multiplicando por el número de **integrantes de la familia**, tendremos el consumo diario familiar, y si ese uso o usos, son los que requerimos sustituir con agua de lluvia, podemos conocer **el volumen necesario de agua de lluvia a captar**, multiplicándolo por el número de días que se quisiera aprovechar el agua.

Ejemplo, *Este ejemplo nos servirá a lo largo de la exposición de los componentes del sistema y es importante señalar que hemos tomado a propósito el máximo consumo, es decir el agua de lluvia captada servirá por un periodo de tiempo para todos los usos, por lo que al final se presentan dimensiones de los componentes muy grandes, pero una familia (o los integrantes de un edificio) puede decidir solo sustituir con el agua de lluvia algunos usos, durante algún periodo, lo cual hará mucho más accesible el sistema en todos los sentidos.*

Asumiendo que el agua de lluvia a captar servirá para un uso doméstico completo, se debe considerar el *número de personas* que habitan la casa, y el *consumo promedio diario* (para México se suele estimar en 200lts/persona usando retretes o escusados convencionales y regaderas no ahorradoras de agua)⁴. Si la vivienda utiliza *baños secos* y *reciclaje de aguas grises*, como se recomienda en la sección de “Sistemas alternativos de ahorro de agua” de este manual, este consumo podría bajar a 120 lts o menos. Para el ejemplo en cuestión, asumiremos 200 lts/persona/día.

Si la casa tiene 3 personas, esto equivale a 600 litros diarios.

-Si se quisiera tener una reserva **para todo el año**, se deberá multiplicar esta cifra por 360 (dejando 5 días libres en promedio, o fuera de casa por vacaciones, etc.). En general se recomienda *calcular* las cifras con un margen mayor.

$600 \times 360 = 216,000$ litros al año (216 m^3).

El próximo paso es redondear esta cifra hacia arriba, a la hora de calcular el tamaño de la cisterna. En este caso, con una capacidad de 250 m^3 sería suficiente para todo el año.

-Si en cambio se quiere tener reserva **sólo para 2 meses** después de comenzar la sequía, deberemos calcular:

$60 \text{ días} \times 600 \text{ lts/día} = 36,000 \text{ lts}$.

En cuyo caso una cisterna de unos 40 m^3 garantizaría la reserva por 2 meses.

Por último es necesario saber si se cuenta con un abasto regular de agua de otras fuentes en la zona, esto nos permitirá valorar la urgencia del sistema de captación y su tamaño, en otras palabras si se tiene agua potable de la red pública solo durante la temporada de lluvias, es probable que se requiera un instalación de un sistema de captación de agua de lluvia que proporcione el 100 % de agua requerida. O si se consigue durante todo el año el agua por medio de camiones cisternas, entonces el sistema también es totalmente viable.

6.2 Precipitación pluvial en la ciudad:

Como se ve en el ejemplo, no basta sólo con saber cuanta agua se va a consumir en la vivienda; también se debe conocer *cuanta lluvia se puede esperar en el año o durante la temporada en su ciudad*. (Y por otra parte debemos saber cuanta de esta lluvia podemos captar en nuestros techos). Los datos de la cantidad de lluvia se pueden consultar en las oficinas de

⁴ Evidentemente, este último dato varía en función del nivel socio-económico y la capacidad ahorradora de agua que se tenga (ver sección de Sistemas alternativos de ahorro de agua)

Meteorología en los municipios o gobiernos de las ciudades o se pueden buscar en la las páginas de Internet que refieren al tema.

(En México, la Comisión Nacional del Agua último publica un reporte anual, incluyendo medias históricas de varios años, clasificado por estado o por estación de medición, en la siguiente de Internet: <http://smn.cna.gob.mx/productos/normales/cnormales.html>. También es posible obtener estadísticas contactando al Servicio Meteorológico Nacional).

Por lo regular el dato de la cantidad de lluvia o precipitación pluvial anual es presentado en milímetros de lluvia por metro cuadrado, es decir si llueve en su ciudad 750 milímetros por metro cuadrado, quiere decir que llueve por cada metro unos 750 litros al año. Es necesario tener en cuenta que no toda el agua es susceptible de captarse, ya que al caer la lluvia a una superficie normal, va a existir filtración, evaporación y otros fenómenos que dan una pérdida de aproximadamente el 20% del agua que cae y que no es posible captar.

Nota: Es importante señalar que incluso en una misma ciudad, sobre todo si esta es muy grande, pueden existir diferentes volúmenes de precipitación por zona o sector de la ciudad.

Una vez que se tengan los datos de precipitación media anual, se puede calcular la cantidad de agua (promedio) que se puede recolectar en un año con la siguiente fórmula:

Volumen de agua (litros/año) = 0.80 x **área efectiva de captación** (m²) x **cantidad de lluvia** (lts/año/m²)

El valor 0.80 es un *coeficiente de escurrimiento* aproximado, y representa la cantidad de agua que se pierde (aprox. 20%) antes de llegar a la cisterna (por evaporación, infiltración, etc.). Evidentemente, este valor dependerá de factores como la temperatura promedio, vientos, tipo de superficie y de impermeabilizante. Sin embargo, 20% es un buen criterio de diseño que funciona para la mayoría de los casos. Cabe recordar que la captación de agua pluvial no es un arte preciso, y nos debemos conformar con datos aproximados.

Por ejemplo, suponiendo que se tiene una casa que cuenta con un área efectiva de 250 m² de captación, asumiendo que estamos en la Ciudad de México, con una precipitación media de 750 mm (equivalentes a 750 litros anuales por metro cuadrado), el volumen total que podemos esperar en un año será de:

$0.80 \times 250\text{m}^2 \times 750 \text{ litros al año por metro cuadrado} = 150,000 \text{ litros (lo que equivale a } 150\text{m}^3\text{)}$.

Conocer también la presencia de tormentas en la temporada, capaces de darnos una cantidad de agua excepcional, es importante ya que si estas tormentas se presentan al inicio de la temporada llenando nuestros

contenedores de agua, entonces durante la temporada misma podemos utilizar el agua de lluvia, sustituyendo el agua potable de la red pública, y por lo tanto dejándola de pagar.

Una vez conocido el volumen medio aprovechable de lluvia en una ciudad y los meses que dura la temporada de lluvia, lo siguiente para el diseño del sistema de captación es conocer con que Superficie de Captación contamos actualmente y si en su caso, podemos invertir para la construcción o adecuación de otras.

6.3 Superficies de captación:

Las áreas o superficies de recolección pueden ser techos, patios, explanadas, caminos pavimentados, garajes, y cualquier superficie *no permeable* por donde escurra el agua de lluvia, y sea factible recolectarla.

El cálculo del área de captación de agua de lluvia: se logra revisando los planos de la construcción o haciendo mediciones directas. Se puede determinar el área en metros cuadrados de las azoteas y otras zonas de captación. Aquí se debe tener cuidado de *medir únicamente las áreas en donde se podrá recolectar el agua* y enviarla a la cisterna o zona de almacenamiento. En algunas casas, hay partes del techo de donde es difícil o poco práctico transportar el agua hacia el lugar donde se va a almacenar. Estas se deben excluir del cálculo de áreas.

En algunos casos podemos aumentar las áreas de captación con la instalación de techumbres sobre patios y espacios similares, esto dependerá sobre todo de la capacidad de inversión de la familia.

Por ejemplo, si en un lote de 40 por 10 metros tenemos una construcción con techos de 30 por 10 metros, tendremos 300 m² de superficie de captación pero si en parte de estos techos es muy difícil realizar las conexiones de tubería o canaletas para lograr la recolección del agua, los metros cuadrados de esa parte del techo no se deberán considerar para el cálculo de nuestra área susceptible de captación de agua de lluvia, por ejemplo: un techo de 5 por 10 metros, aquí tendríamos que restarle 50 m² a nuestros 300 m² originales de superficie, quedando sólo 250 m² con capacidad de captación.

Una situación similar también se puede presentar en techos de dos aguas donde la mitad del techo pudiera presentar problemas para ser conectado a la cisterna o área de almacenamiento.

En las diferentes ciudades encontramos que los materiales con que se construyen los techos son diversos, estos tendrán un mayor grado de captación mientras sean mas lisos y menos porosos. Veamos las características de cada material y como se comporta ante el escurrimiento de la lluvia:

Barro y concreto.

Las superficies de barro o concreto son porosas. Son materiales que se encuentran fácilmente y son convenientes para sistemas tanto potables como no potables, pero puede contribuir más o menos al 10 por ciento de pérdida debido a la textura, fluido ineficiente o evaporación. Para reducir la pérdida de agua, la superficie puede ser pintada o barnizada con sellador (impermeabilizada), pero deben buscarse en el mercado las pinturas y selladores especiales que no desprenden toxinas y previenen el crecimiento de bacterias en materiales porosos, evitando así aquellas pinturas y selladores comunes que suelen normalmente desprender toxinas al contacto con los rayos del sol y el agua de lluvia. ⁵.

Metal y fibra (o lana) de vidrio.

La cantidad de agua de lluvia que puede ser recolectada de una superficie depende en parte de la textura de la superficie: entre más lisa, mejor. Por ejemplo, Una superficie que se usa comúnmente para la captación es la llamada lámina galvanizada; 55 por ciento aluminio, 45 por ciento acero. ⁶ Estas secciones de metal corrugado, son livianas, fáciles de instalar y requieren poco mantenimiento. Sin embargo, puede ser caro o no ser de uso común en algunas ciudades⁷

Otra superficie de excelente escurrimiento son las láminas de plástico entre ellas la más común es una lámina corrugada de fibra (o lana) de vidrio, que suele conseguirse fácilmente, sin embargo con varios años de uso expuesta al sol suele perder sus características en este caso lo más recomendable es sustituirla, pero en caso de quererle dar mantenimiento debe ser tratada con una resina similar a la de su fabricación, consultando al fabricante para que recomiende la pintura o resina que no deje toxinas, y debe realizarse este mantenimiento en la temporada que no llueve. El agua recolectada en esta superficie no se recomienda para consumo directo humano (beber y cocinar) a menos que sea tratada con filtros adecuados.

Tejas compuestas o de asfalto.

Debido a la fuga de toxinas, las superficies compuestas no son apropiadas para sistemas de captación de agua para consumo directo humano, pero puede ser utilizada para sistemas de recolección para riego de jardines y plantas de ornato y de limpieza de las casas o del excusado o retrete. Estas superficies tienen

⁵ The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. 2005. Austin, Texas. Página 6. Texas Water Development Board.

⁶ The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. 2005. Austin, Texas. Página 6. Texas Water Development Board.

⁷ 4.1 Information and Training for Low-Cost Water Supplí and Sanitation. Rainwater Roof Cachment Systems. Participants' notes. 1986. Página 10. UNDP- Wordl Bank Water and Sanitation Program.

aproximadamente un 10 por ciento de pérdida debido al fluido ineficiente o evaporación.⁸

Otros: Superficies de Madera, alquitrán y grava.

Estas superficies, en especial en techos, son raras y el agua recolectada es generalmente adecuada solo para usos de no consumo directo humano, debido a las fugas de sus compuestos.⁹

Es importante mencionar, aún que se tratará en la sección de mantenimiento, que la limpieza de las superficies de captación facilitará el funcionamiento del sistema y permitirá tener una mejor calidad de agua.

Otro elemento que se considera inmediatamente a las superficies de captación, son los ductos, canaletas o tuberías por donde transportaremos el agua de lluvia captada.

6.4 Conducción del agua de lluvia (canales y tuberías):

Los canales (media caña) horizontales y los tubos verticales son instalados para capturar el agua de lluvia que corre por el techo y el socarrón de los edificios y se requieren para hacer llegar el agua al *área de almacenamiento*.

En la mayoría de los techos de las construcciones se encuentra ya un diseño específico de salidas y canales para desahogar el agua de lluvia, este puede ser aprovechado o reestructurado para los fines del sistema de captación, en ese sentido el sistema necesita centralizar en algún punto el volumen del agua que recibe el área de captación. Para lo cual las canaletas deberán coincidir por medio de nuevos tramos de tubo y conexiones que concentren y dirijan el flujo del agua a los elementos de almacenamiento primario y de filtración y tratamiento.

En el caso de techos con algunos grados de inclinación y salida libre por todo el borde del techo, se deberá instalar un nuevo sistema de canaletas y tuberías, lo que en cierta medida es una ventaja que nos permite colocar los componentes de filtración, tratamiento y almacenaje en el lugar más adecuado.

Los canales pueden ser continuos o cortados y conectan con tuberías que van a prefiltros o al sistema de contenedores previos a el o los filtros.

En algunas ciudades los techos planos de concreto son muy comunes, en estos se tienen una o más salidas de agua directas a la tubería, en estos casos al principio de la salida se colocan embudos con ampliación y las tuberías verticales de diámetros adecuados y si es necesario se interconectan los

⁸, The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. 2005. Austin, Texas. Página 6. Texas Water Development Board.

⁹ The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. 2005. Austin, Texas. Página 6. Texas Water Development Board.

diferentes tubos de las bajadas, con piezas del mismo material de los tubos llamadas “Y” o “T”.

El cálculo del tamaño de los canales o canaletas y tubos debe ser proporcional a la cantidad de lluvia en la ciudad y el tamaño de la superficie de captación, ya que se verterá un caudal determinado a esas canaletas y tuberías.

Para áreas de captación pequeñas a medianas, con canaletas de 7.5 a 110 cm. Y tubos de 5 centímetros (aprox. 2 pulgadas) a 7.5 cm. (3 pulgadas aprox.) es suficiente.

Si la superficie es grande, llueve mucho y solo se tiene una salida, la tubería debe ser de un diámetro capaz de permitir el paso fluido del agua, sin provocar encharcamientos en el techo, Las tuberías más comunes para grandes volúmenes recolectados van desde los 11 centímetros (4.5 pulgadas aprox.) en adelante.

Las canales o canaletas horizontales deben colocarse con una inclinación efectiva del 2 al 4 por ciento de la entrada de agua del techo al tubo de bajada y las más comunes son las medias cañas de 5.5 centímetros de radio, conectadas a embudos o reducciones que den el diámetro adecuado del tubo de bajada vertical.

Todos los canales, canaletas, reducciones (embudos de recepción) tuberías y otros elementos deben estar firmemente sujetos a las paredes o los lugares donde se apoyen, y no deben interferir alguna función del edificio o construcción (ventanas, puertas, etc.) ni estar, en lo posible, en contacto con cables eléctricos y otros (en su caso estos deberán aislarse adecuadamente). Si es posible deben pintarse exteriormente (buscando estética con la decoración de la casa o edificio).

Para el sellado de las juntas entre tubos y conexiones u otros, existen diferentes productos, pero los silicones suelen ser los más apropiados por su facilidad de aplicación y rápido secado.

En algunos sistemas se instalan algunas tuberías que llevarán el agua capturada (e incluso ya filtrada y tratada) a un depósito colocado en un lugar alto (y de estos al punto final de consumo), para que desde ahí se distribuya el agua por gravedad, en estos casos la tubería es cerrada y de menor diámetro (de media pulgada o tres cuartos, las más comunes) y las de cobre son las más óptimas, sobre todo si ya se trata el agua, aún que son más costosas, pero su durabilidad es muy grande.

¿Qué materiales usar para las canaletas y tuberías?

Para sistemas de agua potable, no pueden usarse canaletas con soldaduras de plomo, como lo tienen en algunos casos los canales antiguos de metal; La pequeña calidad ácida de la lluvia podría disolver el plomo y esto contaminar el agua.

En el caso de los canales de PVC para este mismo uso se requiere que se filtre el agua debidamente antes de beberla.

Se utilizan otros materiales para los canales como son el aluminio seamless, el vinil, la cañería “pipe” y el acero galvanizado, pero el más común, económico y fácil de conseguir es el PVC.¹⁰

6.5 Cisternas, tanques y otros elementos de almacenamiento:

Una vez que conocemos el número de metros cuadrados de techo que sirven para captar lluvia y conociendo el uso y duración que se pretende tenga el agua, el número de integrantes de la familia que la usarán y la precipitación pluvial en nuestra ciudad, debemos tener en cuenta la actual capacidad de almacenaje de agua de lluvia, ya sea que esta capacidad resulte suficiente o que debamos construir o comprar algún dispositivo de almacenaje mayor. Evidentemente, lo ideal sería hacer una cisterna lo más grande posible, porque siempre puede haber tormentas o excesos de lluvia en un año, pero esto no siempre es económicamente factible. (Ver Cuestionario III).

Por otra parte es importante tomar en cuenta que en algunas ocasiones el almacenamiento (cisterna o tinaco) es el componente que demanda más espacio y el más caro del sistema de captación de agua de lluvia.

El criterio principal aquí, es la *capacidad de reserva* o tiempo que se desea almacenar agua; si se consumirá durante la misma temporada de lluvia o se concentrará para consumirla durante el periodo de estiaje o sequía, o se realizarán las dos acciones; consumirla durante y guardar una reserva para el final de la temporada de lluvia.

Volviendo al ejemplo, una manera de calcular la *capacidad de reserva* es saber cual es la necesidad o cantidad de agua del consumo que realizaremos durante la temporada de lluvia y cuanta agua se recolectará de la lluvia. Siguiendo nuestro ejemplo anterior, teníamos un consumo promedio de 600 litros diarios. La cantidad de lluvia que se puede esperar en todo el año es de unos 150,000 lts. Asumiendo que la temporada dure aproximadamente 5 meses, esto quiere decir que la mayoría del agua recolectada caerá en estos meses, podemos calcular como sigue:

Consumo de agua durante la temporada = 600 lts/día x 150 días (5 meses) = 90,000 lts.

Recolección pluvial esperada durante la temporada = 150,000 lts. Suponiendo que nuestra cisterna es de esa capacidad.

Capacidad de Reserva = Recolección pluvial – consumo en la temporada
150,000 – 90,000 = 60,000 lts.

Quiere decir que al finalizar la temporada, según los cálculos, contaremos con 60,000 lts. para utilizar durante la época de sequía.

¹⁰ The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. 2005. Austin, Texas. Página 6. Texas Water Development Board.

Esto proporciona a la casa una *autonomía* de 100 días, asumiendo el consumo constante de 600 lts/día (cálculo: 60,000/600 = 100 días).

Es decir, el agua almacenada durará aproximadamente 3 meses, luego de lo cual habrá que surtirse los meses restantes (4 meses) con pipas o con otros medios de suministro (otra opción es ampliar la superficie recolectora y la capacidad de almacenaje, que suele ser caro para estos volúmenes, o ahorrar agua por medio de sanitarios secos, y otras medidas de ahorro de agua.)

La cisterna deberá ser como mínimo de 60,000 lts., si se desea aprovechar al máximo el caudal recolectado. Evidentemente, si se puede hacer más grande, tanto mejor.

Las cisternas se pueden construir con materiales comunes de construcción o en algunos lugares se pueden comprar unas ya prefabricadas (de gran capacidad de almacenaje) de material plásticos (geomembranas), pero siempre se deberán observar las siguientes reglas básicas¹¹:

- Debe ser opaca y de preferencia no le debe dar el rayo de sol directamente, (en el caso de México existen compañías que producen cisternas de plástico con capacidad de hasta 25 000 litros).
- Para cisternas de agua potable, es necesario que no esté pintada o barnizada con materiales tóxicos.
- La cisterna / tanque plástico (tinaco) debe taparse, para evitar mosquitos y polvo, hojas, basura y para mantener a los niños a salvo de algún accidente.
- Debe poder limpiarse fácilmente.



Cisterna prefabricada de plástico

¹¹ The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. 2005. Austin, Texas. Página 12. Texas Water Development Board.

Habiendo tomado en cuenta el espacio que se requiere en un lote para colocar la cisterna, la primera decisión a tomar es si se quiere (y se puede) una cisterna enterrada o superficial.

Enterrada: es necesario excavar un hoyo de las dimensiones deseadas, para lo cual se recomienda tener un *estudio de suelo*, que indica si el suelo es arcilloso, rocoso, etc. y las precauciones que se deben tomar para evitar daños o movimientos de muros en la cisterna. También hay que tomar en cuenta las *condiciones sísmicas* de la zona, así como la posible incidencia de inundaciones o deslaves que pudieran afectar la estructura de la misma. En caso de no tener posibilidades del “estudio de suelo”, una técnica es indagar si en las viviendas vecinas si se han construido cisternas similares a la que se pretende instalar y si estas siguen en funcionamiento o han tenido problemas como fisuras o problemas similares.

Superficial: en este caso se construye una estructura sobre el suelo o alguna otra superficie, con la ventaja de menos gasto al evitar la excavación, y más facilidad de mantenimiento o reparación. La desventaja es que ocupa más espacio. Se debe tomar en cuenta el *peso del agua* si se va a colocar sobre un piso elevado o alguna estructura frágil. Para calcular el peso total, se usa la siguiente relación:

1 m³ (metro cúbico) de agua = 1 Tonelada métrica de peso (1000 Kg.)

A esto hay que sumarle el peso de la estructura de la cisterna.

La segunda decisión es elegir entre una cisterna *prefabricada* y una *construida* en el sitio.

Varias empresas venden cisternas de plástico u otros materiales. En este caso simplemente se excava la fosa (o se colocan encima del suelo a manera de tanques) y se inserta la cisterna prefabricada. Estas tienen la ventaja de una larga duración, y menor costo de instalación. Son factibles para volúmenes pequeños de agua (hasta cerca de 25,000 lts. de capacidad), ya que para mayores volúmenes es mucho más económica una cisterna de ferro cemento.

Entre las cisternas construidas, existen varias opciones, como son:

- Ferro cemento: material muy económico y resistente. Se pueden hacer cisternas redondas u ovaladas en caso de que convenga más al tipo de terreno.
- Mampostería: son las cisternas rectangulares convencionales.
- Geo-membrana: Ideal para volúmenes muy grandes (por ejemplo: 1000m³), y para zonas muy sísmicas. Es un tipo de membrana o *geo-textil* de un plástico especial que se coloca en la base de una fosa excavada, cubriendo e impermeabilizando el fondo. La ventaja es que la membrana se puede moldear a cualquier área o superficie.

Otra consideración a tomar es que si la cisterna va a ser relativamente grande (por ejemplo, 100m² o más) se recomienda colocar un *muro rompe-ola* dentro

de la misma, para reducir daños en caso de sismo o temblor. Dependiendo del tipo de terreno, los muros exteriores pudieran requerir un refuerzo.

Sin embargo no todos los sistemas deberán llevar estas grandes dimensiones de almacenaje, algunas personas podrán decidir tener menos usos del agua de lluvia (por ejemplo solo para la descarga del retrete o w.c. o excusado) y el almacenaje se podrá hacer por medio de “Tanques” o contenedores plásticos de mediana capacidad (750, 1200 o más litros) y estos pueden ser colocados en los mismos techos, siempre y cuando se realice el estudio de carga de las estructuras de las casas, sobre todo en lugares sísmicos.



Tanques plásticos y tuberías.

Por último y muy importante, en el caso de los tanques y las cisternas que recibirán el agua de lluvia es necesario instalar un rebosadero que permita desaguar el exceso de agua de lluvia (que pueda caer durante una tormenta o por el hecho de no haber consumido agua por algún tiempo) y que la dirija a un drenaje, evitando inundaciones en las viviendas. Ya que los rebosaderos estarán conectados a drenajes, se debe tener la precaución de poner trampas de olores por medio de un sifón, sifa o cespól, y en algunos casos colocar al final de las tuberías, rejillas que eviten el ingreso de roedores u otros pequeños animales, pero que no interrumpan el paso del agua al drenaje (algunos cespóls de plástico sirven para prevenir ambos problemas).

6.6 Filtros y calidad del agua de lluvia:

Una de las principales razones por la que fracasan muchos sistemas de captación pluvial es por la calidad del agua recolectada. Diversos usuarios se quejan de desarrollo de algas, o de que el agua ‘se echa a perder’ en las cisternas, sobre todo al pasar largos periodos de almacenamiento. Por lo tanto, el tratamiento, filtración y/o desinfección es un elemento clave de cualquier

sistema de captación, aunque dependerá del uso final que se le quiera dar al agua. Afortunadamente, existe un sinnúmero de tecnologías para tratar y mantener el líquido en buen estado, inclusive por periodos de tiempo prolongados. A continuación se describen algunos de ellos. La elección dependerá de varios parámetros como el caudal recolectado, el uso final que se le quiera dar al agua y, por supuesto, el costo.¹²

A) Prefiltros

Para propósitos de este manual, se entienden por *prefiltros* aquellos sistemas que se colocan *antes* de recolectar el agua en la cisterna, en el trayecto de la conducción o justo al final del mismo. Pueden consistir de coladeras o rejillas para retener grandes sólidos como rocas, basura y hojas, o bien de registros *sedimentadores* (también llamados *desarenadores*). También, según el sistema, se pueden colocar en esta fase filtros rudimentarios de rocas o malla, para detener partículas un poco más finas, o *trampas de grasa* para, como su nombre lo indica, separar grasas, aceites y cualquier otra materia flotante (potencialmente disuelta en los techos y áreas de recolección).

El objetivo de estos prefiltros es siempre evitar lo máximo posible la entrada de basura, materia orgánica y otros contaminantes a la cisterna o tanque de almacenamiento. Esto reducirá los costos de cualquier filtración posterior. Recordemos que la materia orgánica (como hojas, troncos, etc.) tiende a descomponerse lentamente en el agua, generando una carga bacteriana indeseada en las cisternas. Es por esto que conviene prevenir y evitar que ingresen en la medida de lo posible, en vez de intentar resolver el problema después con inversiones mayores en sistemas de desinfección. Sin embargo, no siempre es posible colocar prefiltros: el espacio pudiera ser insuficiente o pudiera ya estar construida la estructura de bajadas pluviales, haciendo poco práctica la instalación de *registros* o trampas adicionales. Para casos más complicados, se recomienda contactar a un consultor o empresa calificada en la materia.¹³

Hay que tener cuidado de no poner coladeras o rejillas demasiado finas en los techos, ya que si se tapan podrían ocasionar exceso de agua en los techos, al no permitir que el agua fluya rápidamente por la tubería. Esta advertencia aplica sobretodo en tejados que tengan muchas plantas, árboles cercanos, o fuentes de residuos sólidos.

Sedimentadores

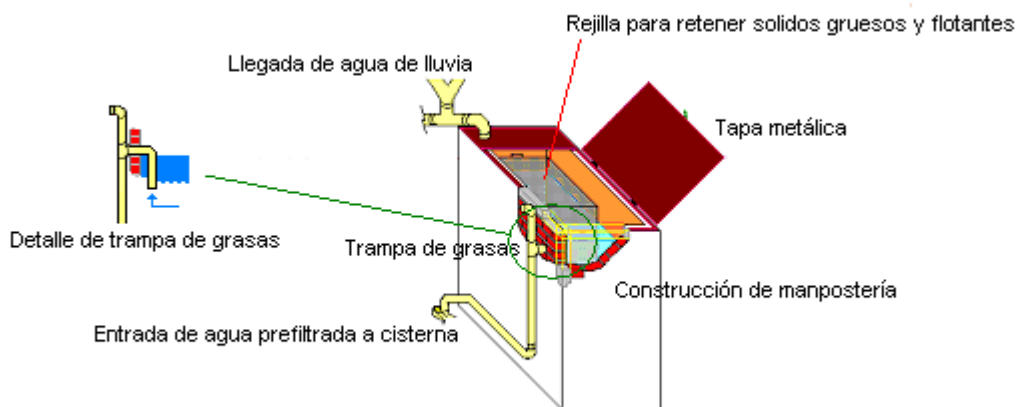
El objetivo de un *tanque sedimentador* es frenar la velocidad del agua en su descenso, permitiendo que algunos sólidos o arenas se sedimenten (que se vayan al fondo). Estos tanques, que pueden ser registros de cemento convencionales o tanques de plástico, por ejemplo, deben tener algún dren o

¹² Véase artículo al respecto en la revista Popular Mechanics (referencia al final)

¹³ Ver contactos al final de este manual

mecanismo para limpiar los sólidos que se acumularán en el fondo a lo largo del tiempo. Si por cuestiones de espacio, los sedimentadores deben ser enterrados, pudiera ser que haya que limpiarlos cada vez que sea necesario de forma manual, o usando una pequeña bomba de succión. Los sedimentadores pueden servir para desviar las primeras lluvias, las cuales en algunas ciudades pueden ser las que vienen con mayor cantidad de contaminantes y suciedad.

Si el agua que baja es muy sucia, conviene colocar varios sedimentadores en serie. Sugerimos experimentar con diferentes formas y tamaños para decidir cual es el tipo que más le conviene, o consultar la literatura al final de este manual para información adicional.



Sedimentador o prefiltro con retención de sólidos y líquidos extraños al agua.

Prefiltros de partículas gruesas

Estos, al igual que el sedimentador, se pueden hacer con registros de cemento enterrados o con tanques de plástico superficiales. La idea es hacer que el agua fluya a través de una malla (por ejemplo de nylon) o de piedras seleccionadas según el grosor de partículas que se desee filtrar. Las piedras más utilizadas son: tezontle (piedra volcánica), grava gruesa, rocas de río, entre otras. Sin embargo, hay dos puntos a considerar aquí:

Primero, se debe tomar en cuenta que las piedras frenarán la bajada de agua, por lo que si son demasiado finas crearán un 'charco' o acumulación de agua en el filtro. Por lo tanto, se debe contar con la suficiente capacidad para almacenar este volumen temporal mientras llueve, con el fin de evitar desbordamientos. No es recomendable tener una capa de piedras de más de 50 cm. de altura, en la mayoría de los casos, sin embargo, esto variará según la calidad y cantidad de agua que este bajando.

Por último, cabe mencionar que en algunos casos se coloca la fase de *filtrado fino* (próxima sección) junto con la de *prefiltrado*. Esto se puede lograr colocando arenas finas y carbón activado, por ejemplo, junto con las rocas. Sin

embargo, esto pudiera traer problemas al frenar el flujo del agua más de la cuenta, especialmente durante tormentas fuertes, por lo que se recomienda tener un gran volumen de almacenamiento en el filtro para retener el líquido, mientras éste se filtra lentamente.

B) Filtración

Es importante diferenciar entre este paso y el *prefiltrado* descrito en la sección anterior. Independientemente de la terminología científica exacta, en este manual emplearemos el término *filtración* para aquellos sistemas que se coloquen *después* de recolectar el agua en la cisterna y antes de llegar a su punto de distribución final o uso final. Algunos otros manuales pudieran describir esta etapa como *filtrado fino o posterior*.

El objetivo de este importante paso es eliminar partículas pequeñas, sólidos y sustancias químicas disueltas, o metales pesados que pudieran ser nocivos. Si el agua se va a destinar a usos potables, también se deberá eliminar (o reducir) en esta fase el color, olor y sabor del agua, así como la presencia de sales y minerales en caso necesario. La mayoría de estos contaminantes, si es que se les puede llamar así, son arrastrados en los techos y superficies de recolección, aunque algunos pudieran ser disueltos en la atmósfera debido a la contaminación del aire, especialmente cerca de ciudades grandes o zonas industriales. De ser posible, se recomienda hacer análisis del agua de lluvia recolectada para diseñar el sistema de filtrado apropiado.

Existen filtros comercialmente disponibles o “caseros”, según la necesidad y el presupuesto. Más que el tipo o forma específica del filtro, lo que importa es el *medio filtrante*. Esto se refiere al material que se utilice para filtrar. Al comprar (o fabricar uno mismo) el sistema deseado, se deben considerar las propiedades de los diferentes medios disponibles. A continuación se describen algunos de los más importantes. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que éste es un campo de rápido crecimiento e innovación, donde cada vez se descubren nuevos elementos para purificar el agua. Es conveniente mantenerse actualizado.



Filtros comerciales

- Carbón Activado: Puede ser del tipo *Granular* que, como su nombre lo indica, viene en forma de polvo o gránulos, o *en bloque* en cuyo caso asemeja a un ladrillo o bloque sólido de carbón. Elimina color, olor y sabor del agua, además del cloro y de algunos compuestos químicos. Se debe lavar con cierta frecuencia, lo cual se puede hacer por un procedimiento llamado “retrolavado”, donde se circula agua limpia en sentido contrario al flujo normal de filtrado, para eliminar impurezas y sólidos. También se debe reemplazar por completo una vez que se haya saturado. De no dársele el mantenimiento adecuado, se puede convertir en un auténtico caldo de cultivo, por lo cual se debe combinar con un buen sistema de desinfección (sección siguiente).

- KDF (**K**inetic **D**egradation **F**luxion): este medio filtrante consiste en una aleación de cobre y zinc, que genera reacciones químicas de oxidación y reducción al contacto con el agua, eliminando cloro, y diversos metales pesados como el mercurio y el plomo. Se suele combinar con el carbón activado en un mismo cartucho, aumentando la vida útil y la capacidad filtrante del mismo.

- Arena Sílica: Los filtros de arena se utilizan para eliminar una gran variedad de sedimentos y sólidos en suspensión, generalmente con capacidad filtrante de hasta unas 100 micras.¹⁴ Su uso requiere lavado frecuente y reemplazo ocasional, el cual suele ser bastante engorroso. Muchos sistemas modernos utilizan en su lugar filtros de malla de acero inoxidable, que logran la misma capacidad de filtración con un mantenimiento mucho menor y una vida útil prácticamente ilimitada. Otros filtros comerciales de cartuchos intercambiables, hechos de polipropileno, por ejemplo, también se pueden utilizar con el mismo fin, a un costo menor pero con la desventaja de requerir reemplazos más frecuentes.

- Ósmosis Inversa: También conocida como *híper-filtración*, es el mejor método de filtrado conocido al momento. Consiste en una membrana finísima por donde se circula el agua a presión, los contaminantes salen por un “drenaje” mientras que sólo el agua pura pasa al otro lado. Debido a la presión necesaria requiere de electricidad, y se “desperdicia” gran cantidad de agua, ya que sólo alcanza a pasar por la membrana una parte del agua tratada. Sin embargo, el resto se puede mandar a una cisterna para volver a ser procesada, o se puede aplicar en otros usos, como riego de jardín o regaderas, por ejemplo.

A la hora de comprar filtros hay que averiguar varios parámetros para elegir el adecuado; los siguientes puntos pudieran ser de utilidad, se recomienda tenerlos a mano al momento de adquirir el equipo.

¹⁴ Esto significa que impide el paso de cualquier partícula mayor a 100 micras de diámetro, en promedio (1 micra equivale a la millonésima parte de un metro).

- Micras de filtración (100 micras para sólidos, 1 micra si se trata de bacterias, ó 0.0005 en el caso de ósmosis inversa. Un virus puede variar entre 0.02 y 0.4 micras).¹⁵
- Medio filtrante (carbón activado, arena, KDF, etc.)
- Disponibilidad de cartuchos o repuestos
- Duración o vida útil (volumen, calidad del agua que puede procesar, etc.)
- Costo del equipo y de las refacciones
- Mantenimiento (retrolavado automático o manual, etc.)

C) Desinfección

Es importante tener en mente la diferencia entre *filtrar* y *desinfectar*. Si bien es cierto que la filtración, con cualquier de los medios mencionados arriba, puede detener una cierta cantidad de bacterias o microorganismos, no garantiza en lo absoluto su eliminación completa. La *desinfección* se refiere a la eliminación de microorganismos vivos patógenos (que pueden causar enfermedades) como por ejemplo algas, hongos, parásitos, bacterias y virus. Es necesario, por ende, desinfectar el agua con pasos adicionales, generalmente después de la *filtración fina* o directamente en la cisterna, sobre todo si va a ser consumida por seres humanos o animales. Si va a ser aplicada exclusivamente para riego, o para otros usos que no impliquen contacto humano, la desinfección puede ser menor o nula, aunque esto pudiera variar dependiendo del tipo de cultivo (contacto directo, indirecto, etc.). Consulte las normas de calidad del agua de su región o país, para ver qué se considera aceptable en términos de microorganismos y de otros contaminantes. La mayoría de las normas oficiales en el mundo se clasifican según el uso final que se le quiera dar al agua.

Estos son sólo algunos de los métodos más utilizados:

- Cloro: hay que agregarlo al agua, y en caso de que se vaya a beber, se sugiere filtrar con carbón activado, ya que en exceso puede ser nocivo para la salud, o irritante para la piel. Tiene la característica de que permanece por largo tiempo en el agua, aunque en presencia de sol o calor se puede llegar a evaporar.
- Ozono (O₃): es un excelente desinfectante y además ayuda a eliminar o reducir ciertos metales pesados y compuestos químicos. Se requiere de electricidad para producirlo e inyectarlo en el agua, lo cual se hace generalmente a intervalos, regulado por un temporizador. No permanece mucho tiempo dentro del agua, por lo cual se requiere de aplicación continua en caso de querer almacenar el agua durante largos períodos de tiempo.

¹⁵ Tomado de la página <http://www.home-water-purifiers-and-filters.com/reverse-osmosis-filter.php>

- Plata Coloidal: Es un excelente desinfectante de relativamente bajo costo. Se puede aplicar por goteo directo al agua. En México se ha desarrollado un método mediante el cual la plata se sujeta a unas bolas de cerámica, que luego flotan en el agua y desinfectan por contacto. (ver contactos de proveedores al final)
- Sistema Aquarius o campos energéticos: Esta prometedora tecnología está siendo desarrollada en la actualidad, y consiste en circular el agua a través de unos tubos o discos que generan campos magnéticos débiles, apenas perceptibles, calibrados para eliminar microorganismos patógenos y para precipitar ciertos sólidos, mejorando la calidad de agua en general sin requerir de electricidad ni de mantenimiento alguno. Estos dispositivos ya han sido probados con éxito en diferentes lugares del mundo, incluyendo el Lago de Pátzcuaro en México, donde la reconocida Universidad de Wageningen (Holanda) desarrolló una tesis de investigación al respecto. Es probable que en un futuro cercano oigamos hablar más acerca de este tipo de sistemas novedosos.
- Luz UV (Ultra-Violeta): Este método consiste en eliminar una variedad de microorganismos (aunque no todos) al exponerlos a radiaciones ultravioleta concentradas por una lámpara, generalmente dentro de un tubo opaco. Aunque se utiliza ampliamente en el campo de la purificación de agua, tiene la desventaja de que requiere de electricidad permanente, así como de componentes frágiles como los focos en sí, cuyo reemplazo puede ser costoso en muchas partes del mundo donde no son fácilmente accesibles.
- SODIS (Desinfección Solar): Aplicando un principio parecido al anterior, aunque con luz natural, del sol directo, se puede lograr un efecto limitado de desinfección. Este método puede ser útil en zonas remotas, sin acceso a electricidad o a mejores sistemas de purificación. Consiste en colocar el agua en botellas transparentes, que pueden ser de plástico, exponiéndolas directamente al sol durante varias horas. Es un método sumamente lento, ya que se requiere de un número mínimo de horas de exposición para que la desinfección sea realmente efectiva, y tiene la desventaja de que deja el agua bastante caliente. En ciertos casos, se deja enfriar toda la noche para poder beber al día siguiente.
- Iones de Plata: Esta tecnología consiste en desprender iones de plata dentro del agua en muy pequeñas dosis, a través de un mecanismo conocido como electrólisis, donde dos placas de este metal (o de una aleación cobre-plata) sometida a bajas y reguladas corrientes eléctricas alternantes, se sumergen en el agua o corriente que se desea purificar. Las concentraciones de plata son lo suficientemente bajas como para no causar ningún daño a la salud. Desde el año 2000, la Norma Oficial Mexicana para agua potable (NOM-127-SSA), contempla la desinfección por iones de plata como un método válido y comprobado de purificación de agua.

Tabla Resumen

	Potable	No potable ¹⁶	Riego y limpieza ¹⁷
Tratamiento	Desinfección requerida (cloro, plata coloidal, ozono, etc.)	Desinfección requerida	No se requiere desinfección
Filtros	Filtro de sedimentos y al menos un componente para eliminar químicos, (carbón activado, KDF)	Filtro de sedimentos y partículas. Para regaderas, conviene usar carbón activado, arena sílica y/o KDF.	Es suficiente con filtro de sedimentos (por ejemplo, de grava)
Tubería/suministro	Después de la etapa de filtrado, no se puede usar PVC, plomo ni cualquier tipo de tubería que pueda desprender químicos nocivos. Se recomienda usar cobre, plásticos certificados para agua potable, etc.	Puede ser de PVC, cobre o cualquier otro material. Se debe cuidar la exposición al sol cuando el calor sea un factor importante.	Cualquier tubería se puede utilizar.



Tren de filtrado, SEMARNAT, México DF

¹⁶ Con contacto humano (por ejemplo: regaderas, lavamanos, etc.)

¹⁷ Sin contacto humano (por ejemplo, riego de patios, lavado de coches, limpieza, WCs, etc.)

6.7 Bombas o sistemas de elevación de agua:

La utilización de estos equipos en un sistema de captación de agua de lluvia, depende del tratamiento que se requiera darle al agua. Por lo regular se necesita algún sistema de bombeo, o si es posible, se debe diseñar el sistema de captación de tal manera que por gravedad se pueda distribuir el agua captada y tratada.

En algunas ciudades, los sistemas de distribución de agua en una casa urbana convencionales reciben el agua de la red hidráulica pública o municipal con una presión suficiente que distribuye el agua a todas las salidas, sin embargo en muchas otras ciudades el suministro de agua público es muy deficiente o inexistente y se requieren tienen una cisterna o tanque en la parte baja de la casa que recibe el agua potable y que cuenta por lo regular con una bomba electromecánica para elevar el líquido para su almacenamiento final en el techo con un tanque, de donde desciende el agua por gravedad hacia toda la casa. En algunos casos se cuenta con *sistemas hidroneumáticos* que envían el agua directamente por presión a los puntos de uso. Existen zonas en la ciudad en que la electricidad no es accesible o la instalación no es factible o es muy costosa, en estos casos se pueden considerar viables las bombas manuales (como las de mecate, las de vacío, etc.) y en su caso las bombas solares, que no requieren de electricidad de la red pública. (Ver lista de contactos al final)

Pero para el sistema de captación y tratamiento que utilice filtros (y contenedores elevados), es necesario instalar una bomba electromecánica o sistema de elevación de agua, que nos permita hacer pasar el agua pluvial por los filtros y elevarla a su contenedor final en el techo, de tal manera que de ahí se distribuya a toda la casa por gravedad.



Equipo de bombeo electromecánico

En algunos casos en los que el agua se acumule en una cisterna o tanque bajo y se pretenda utilizarla para usos no potables, tal vez no es necesario tener una bomba electromecánica sino algún método que nos permita acceder al agua tratada por medio de cubos, mangueras o sistemas mecánicos que no

requieren electricidad (bombas de mecate o de vacío), y utilizarla para riego o limpieza por ejemplo.

Los elementos para calcular la potencia de una bomba son la altura a la que subirá una cantidad determinada de litros de agua por minuto, el número de filtros por los que deba pasar, y la distancia horizontal hasta el contenedor final (que es la menos importante). Los fabricantes tienen recomendaciones para la potencia en base a la altura y el volumen de agua que subirá al contenedor.

6.8 Espacios para instalación del sistema:

En los hogares urbanos, ya sea en lotes de una sola familia o en edificios de departamentos, es indispensable tomar en cuenta los posibles espacios dentro del lote en los que se colocarán los componentes del sistema, ya que este espacio por lo regular será reducido, esta variable tiene una gran importancia, pues puede llegar a limitar la capacidad de almacenaje de agua de lluvia y por lo tanto reducir la capacidad de reserva, en estos casos donde el espacio es reducido se deberán priorizar los usos más importantes para los que se requiere el agua.

Por ejemplo: si una familia ha decidido que el agua captada se usará para la limpieza de la ropa, del retrete o escusado y para limpieza de la casa, se deberán consultar los gastos promedios por familia en esos usos. El tamaño de la casa y el número de integrantes serán factores que determinen el gasto diario por familia, ya que por ejemplo, una casa pequeña puede ser limpiada con un menor número de litros de agua. Si tenemos 3 integrantes en la familia los gastos de agua para los usos que seleccionamos es el siguiente:

Lavado de ropa: 18 litros diarios.

Descarga del retrete o escusado: 60 litros por persona diarios.

Limpieza de la casa: 8 litros diarios.

En total tenemos como gasto promedio de las tres personas en un día 259 litros.

Suponiendo que la capacidad de captación de los techos sea aún mayor a la del ejemplo y que se requiere el agua para los tres meses de mayor desabasto, se requerirán 23220 litros y por lo tanto una cisterna de aproximadamente 24 metros cúbicos de capacidad, sin embargo suponiendo que en el espacio del lote familiar solo se puede construir una cisterna de 10 metros cúbicos, entonces la familia puede optar por la siguiente alternativa:

Uno: cambiar o reducir los usos para los que piensa usar el agua, pudiera decidir solo usar el agua para limpieza del retrete, por ejemplo.

Dos: cambiar sus hábitos y costumbres y buscar ahorros en el uso del agua en estas actividades (hablaremos con amplitud de esto, en un siguiente capítulo).

En estos casos la familia debe ajustarse a la capacidad de almacenaje que su lote le permite construir o instalar, y como en el caso de este ejemplo, el factor o variable del espacio será una de las determinantes más importantes, para el tamaño total del sistema.

Como ya se comentó, los contenedores prefabricados, sobre todo los de plástico, pueden ser ubicados en los mismos techos o áreas de captación, cuando la capacidad de carga de la edificación lo permita. En estos casos aún cuando el espacio es limitado nos permite tener un determinado abasto de agua de lluvia.

Por otra parte algunos elementos del sistema pueden requerir una instalación especial que nos ayude a optimizar el espacio, sin embargo este tipo de modificaciones o instalaciones tendrán un costo, y este dependerá de lo que se requiera realizar. Por ejemplo, si se requiere techar un patio o garaje o se quiere construir una estantería o “rack” donde colocar horizontalmente algunos de los elementos y equipos del sistema (por ejemplo: tanques, bombas, filtros). Aún cuando estas modificaciones tienen un costo pueden ayudarnos en mucho a aumentar la capacidad de captación y almacenamiento del sistema.

6.9 Mantenimiento:

El mantenimiento de un sistema de recolección de agua de lluvia puede ser sencillo, pero es necesario llevarlo a cabo sobre todo cuando empieza la temporada de lluvias o si de preferencia desde unos días antes.

Este comienza con la revisión de todos los componentes del sistema desde el área de captación o techo, hasta los contenedores del agua, pasando por las canaletas, tuberías, los prefiltros y los filtros, así mismo se deberá revisar el correcto funcionamiento de las bombas electromecánicas o los sistemas mecánicos u de otro tipo de elevación de agua.



Dando mantenimiento a filtros

En su caso será necesario limpiar todos los componentes del sistema de captación (barrerlos, limpiarlos, lavarlos, repararlos o sustituirlos) retirando los materiales que puedan obstruir y los que puedan alterar la calidad del agua,

sobre todo en las áreas de captación y las canaletas que durante un buen tiempo no han recibido la lluvia y que lo más seguro es que se llenen de polvo, hojas de árboles u otros materiales. También se deberá revisar que en estas áreas no se tengan grietas o filtraciones, para evitar pérdidas de agua y daños a las edificaciones.

Limpieza y reparación (esta se efectúa al principio de la temporada)

- Limpiar la superficie donde el agua será captada.
- Limpiar los canales y tuberías y los rebosaderos de las cisternas.
- Limpieza de los sedimentadores, tanques y cisterna por lo menos una vez al año.

Monitoreo y mantenimiento

- Monitorear los niveles de agua del tanque.
- Reparar posibles goteras que aparezcan durante la temporada de lluvia en techos con materiales adecuados no contaminantes.
- Monitorear periódicamente que el agua fluya sin problemas por los canales o tuberías, reparando posibles daños en ellas.
- Revisar periódicamente los prefiltros (mallas o coladeras que retienen hojas y sólidos mayores), limpiar o cambiar los filtros para el tratamiento del agua, con la regularidad que el fabricante propone, o la que requiera según las condiciones y la experiencia particulares.
- Revisar el correcto funcionamiento de las bombas electromecánicas o sistemas de elevación de agua si el sistema las incluye.

Se recomienda que la primera lluvia de la temporada se deje pasar sin ser recolectada por dos razones: la primera es que esta lluvia puede arrastrar de la atmósfera particular retenidas ahí por mucho tiempo, y la segunda por que esta lluvia ayuda a limpiar la superficie de polvo y otras partículas, que no fueron retiradas por el barrido o limpieza previa.

6.10 Capacidad de inversión:

Cuando hablamos de sistemas de captación de agua de lluvia no pensamos en gastos sino en inversiones, ya que el concepto de rescatar el agua de lluvia, no solo nos proporciona un satisfactor fundamental, sino que permite a mediano plazo crear condiciones distintas a las del derroche y destrucción de los recursos hidráulicos que actualmente realizamos la gran mayoría. Así los costos de un sistema pueden ser recuperados no solo por el hecho de dejar de pagar las cuentas del agua, sino por todos beneficios en salud y bienestar que la aplicación del sistema conlleva.

Lo cierto es que una limitante para la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia, suele ser la capacidad de inversión de la familia o comunidad, por lo que es importante saber que estos sistemas pueden instalarse a partir de los actuales recursos (instalaciones y equipos) con que se cuente, pero planeando el futuro crecimiento del sistema, hasta lograr tener (en la medida de los diversos factores) el máximo de beneficios, de este satisfactor tan importante que es el agua, en este caso del agua gratuita que cae del cielo.

Un primer elemento en esta inversión, es considerar la reducción de costos, para lo cual se propone la utilización de los equipos existentes (en el caso de tenerlos), sistemas de elevación de agua, tanques o cisternas, etc., por ejemplo, en México en fechas recientes se han sustituido los tanques de lámina por los de plástico, estos primeros pueden servir como contenedores primarios para el sistema y los nuevos serían para contener el agua ya tratada y para su consumo, o bien muchas casas cuentan con cisternas que suelen dejarse de usar, por lo que su reparación puede ser la única inversión para instalar el sistema.

Aquí nos podemos encontrar con una diversidad muy grande de situaciones, pero la idea es poder optimizar los recursos existentes que se tengan.

Por otra parte el costo de los materiales varía de una ciudad a otra y en cada una de ellas, algunos materiales son más comunes, por lo que es muy difícil establecer un costo total para el sistema.

Sin embargo diferentes estudios y sobre todo la práctica de quienes instalan o utilizan sistemas de captación de agua de lluvia, proponen que un sistema que sustituya todos los usos, desde el consumo humano del agua, hasta la limpieza del hogar, proporciona un costo-beneficio mayor, ya que se realizaría la instalación del sistema con las actuales infraestructuras existentes en una casa; sus tuberías, sus sistemas de elevación de agua por medios electromecánicos y sus contenedores de agua, por lo que sólo habría que invertir en el sistema de filtros, en la preparación de las superficies de captación y en las instalaciones de conducción (se recomienda consultar a un asesor especialista para estos casos, ver lista de proveedores al final).

Si el sistema se planea desde un principio con un crecimiento progresivo a lo largo de algunos años, las inversiones posteriores que se quieran hacer, pueden ser añadidas al sistema, dando por ejemplo, una mayor capacidad de almacenamiento, y por tanto una mayor autonomía o tiempo de reserva, lo que incrementará el volumen de agua para utilizar durante más meses.

Es difícil también establecer el costo de amortización de la inversión, pero el beneficio de tener una reserva de agua para los tiempos de escasez no tiene costo, sobre todo para una gran parte de la población de las ciudades que se surte por medios informales del vital líquido. Cualquier costo se compensa con los beneficios en salud e higiene y la simple posibilidad de tener agua.

7 SISTEMAS COMPLEMENTARIOS Y ALTERNATIVOS DE AHORRO DE AGUA

Implementar medidas de ahorro del agua permitirá que el sistema de captación presente mejores resultados, ya que en un hogar donde el agua es utilizada racionalmente cualquier reserva extra rendirá muchísimo más y este es el caso del agua de lluvia captada.

Gracias a que cada día aparecen en el mercado nuevos productos para ahorrar el agua, los sistemas como el de captación tienen mejores posibilidades, sin embargo también en el mercado aparecen otros que invitan al desperdicio (algunas lavadoras de ropa automáticas por ejemplo), afortunadamente mucha gente se inclina por aparatos y accesorios ahorradores de agua, para lo cual uno debe informarse adecuadamente a la hora de comprar, por ejemplo, una lavadora o un retrete o escusado, para que efectivamente se tengan un ahorro real en el consumo del agua.

Por otra parte la investigación de ambientalistas e inventores a dado como resultado técnicas y productos novedosos y eficientes para el uso racional del agua, aquí también es necesario informarse valorando sus beneficios y limitantes.

No nos proponemos a describir con lujo de detalle estos sistemas pero daremos los datos más sobresalientes de estos.

Ahorradores de agua en la caja del excusado o inodoro: En la actualidad se comercializan sistemas que permiten realizar la descarga de agua al retrete con dos cantidades diferentes de agua, una menor para cuando se ha orinado en el escusado y una descarga mayor o normal de agua cuando se ha utilizado el retrete para defecar. Estos sistemas se conocen como sistemas duales y permiten una reducción importante en el gasto de agua potable que se realiza en una casa.

Mingitorios que no utilizan agua y mingitorios mixtos de bajo consumo: en diferentes ciudades se comercializan mingitorios que no consumen agua para su limpieza inmediata, en ellos se utilizan diferentes mecanismos, los más comunes son los que utilizan un aceite especial como trampa de olores, el cual no se mezcla con la orina y presenta una menor densidad que el agua por lo que la orina se desplaza dentro de las tuberías del mingitorio sin necesidad de tener en el mueble un espejo o trampa de olores que contenga agua. Existen también para uso residencial, mingitorios de muy bajo consumo de agua, que pueden ser utilizados tanto por hombres como por mujeres.

Accesorios e implementos para el consumo controlado de agua: En el mercado también existen diferentes accesorios para los cuartos de baño y para las cocinas que permiten reducir o controlar el flujo de agua que sale de los grifos y de la ducha o regadera, estos reductores de flujo se colocan de manera sencilla. También se pueden conseguir los nuevos modelos de grifos que

eficientan la salida del agua, pulverizando o atomizando las gotas y obteniendo una mayor área de contacto, una humectación mayor y un mojado más rápido con menor cantidad de agua.

Sistemas de saneamiento seco: en algunas ciudades con una fuerte escasez de agua se han utilizado sistemas de saneamiento seco también llamadas letrinas secas familiares o ecológicas las cuales no requieren agua para funcionar ya que presentan un sistema de separación de la orina y las heces fecales, la primera se canaliza a un deposito para su uso como fertilizante, cuando esto es posible o se canaliza al drenaje, mientras que las heces fecales se tratan secándolas, agregándoles un polvo secante, que por lo regular esta compuesto de materiales alcalinos, como puede ser la cal, tierra seca y/o cenizas. Esta mezcla sirve para secar y matar los agentes patógenos que se encuentran en las heces fecales, lo resultante puede llegar a se utilizado como abono.

Técnicas de reuso del agua: Muchas personas han cobrado conciencia de la importancia del agua y han implementado en sus hogares diversas medidas de consumo racional del agua, y sobre todo de reuso del agua poco sucia para realizar la sustitución del agua limpia en algunas actividades (riego de plantas, limpieza del retrete, etc.), y aún que esto requiere la pérdida de algunas comodidades, los ahorros de agua por familia son muy importantes. En este sentido también mucha del agua no contaminada o muy poco sucia puede ser evaporada cuando se le expone al sol en superficies de concreto, asfálticas o similares, o filtrada al subsuelo por medio de pozos de absorción, con lo que no se contamina, ni se mezcla con el agua de los drenajes.

Inodoros con menos capacidad hídrica: Los inodoros con cajas limpiadoras que descargan sólo 6 litros de agua se han generalizado dando ahorros importantes de agua para muchas ciudades. En otros países (por ejemplo Holanda y Suecia) ya son de uso común inodoros duales que utilizan inclusive mucho menos agua.

REFERENCIAS

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

Blue Drop Series on Rainwater Harvesting and Utilisation – Book 1: Policy makers. 2005. Página 2. UNHABITAT - United Nations Human Settlements Programme

Information and Training for Low-Cost Water Supply and Sanitation. “4.1. Rainwater Roof Catchment Systems: Participants’ notes”. 1986. Página 10. UNDP- World Bank Water and Sanitation Program.

“Guía de estudio para captación de agua de lluvia” Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Organización Panamericana de la Salud.

Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Lima , Enero del 2001

Agua en los espacios públicos y privados: Oportunidades para un manejo más racional del agua. Ejemplo la ZMCM. Arq. Paj. Desiree Martínez, Junio 2006. Sociedad de Arquitectos Paisajistas de México, A.C.

“La danza de la lluvia” Mónica López, Popular Mechanics, Edición México, No. 59/8, Agosto del 2006, Pág. 91-93

GUÍA DE PROVEEDORES

Sarar Transformación

Saneamiento ecológico y baños secos

Apartado postal 8 Tepoztlan, Morelos, CP 62520 México.

Tels. (52)739 395 7505, (52) 739 395 03 64

www.sarar-t.org

Ron Sawyer

IRRI-Mexico

Instituto Internacional de Recursos Renovables, A.C.

Asesoría y capacitación en manejo sustentable de recursos naturales

Álvaro Obregón, 110, Col. Roma, México DF 06700.

Tels. (55) 35470221

www.irrimexico.org

Alexander Eaton

Adler Ecología y Diseño

Venta y asesoría de sistemas de captación y purificación de agua.

Mingitorios sin agua, calentadores solares y equipos ahorradores en general.

Tlacotalpan 6 Bis, Of. 301, Col. Roma Sur, México DF 06700

Tel. (52-55) 50250056

www.ecodiseno.org

Ilán Adler

ACERCA DE LOS AUTORES

Gabriela Carmona

Asistente de comunicaciones de Sarar Transformación. Actriz de profesión. Egresada de Actores del Método. En 1998 apoyó como asistente de coordinación del Diplomado “Por un México Sustentable y Convivial” organizado por Opción SC, con Gustavo Esteva y la UAM-Xochimilco. Más tarde colabora con Psyma Latina, empresa de estudios de mercado y finalmente se integra a Sarar Transformación como asistente de dirección en 2002 y Coordinadora de Comunicaciones en 2003. Actualmente coordina eventos y cursos para dicha organización. Simultáneamente, es docente de actuación y continúa su carrera como actriz.

Ilán Adler

Maestro en Ciencias Ambientales de la Universidad de Wageningen, en Holanda. Nació en Caracas, Venezuela, donde cursó la licenciatura de Ingeniería Eléctrica. Desde el 2001 radica en México, donde se desempeña como docente en el área de agua, energías renovables y medio ambiente en general. Es miembro fundador y Director de IRRI-Mexico, donde ha organizado diversos cursos y talleres, incluyendo el Diplomado en Tecnología y Manejo del Agua. Ha diseñado numerosos sistemas de captación de aguas pluviales, tanto en edificios públicos como privados, sobre todo en la Ciudad de México, donde se ha destacado como un firme promotor de esta alternativa. Regularmente dicta conferencias en diversas universidades y foros acerca de la captación pluvial y el manejo sustentable del agua en las zonas urbanas.

José Antonio Bojalil

Diseñador de Asentamientos Humanos egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, donde se desempeñó como docente en materias como teorías del medio ambiente. Estudió la maestría en Urbanismo Docencia e Investigación en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el área de ecología. Ha sido investigador independiente y desarrollador del mueble sanitario “Mingitorio Mixto Residencial de bajo consumo de agua”. Ha colaborado en diferentes organizaciones no gubernamentales trabajando en las áreas de cuidado del medio ambiente con énfasis en el cuidado del agua. Ha realizado numerosas pláticas sobre la construcción de muebles sanitarios de bajo costo para letrinas secas y mingitorios residenciales y sobre el cuidado del agua.

ANEXOS: Formatos de Trabajo

CUESTIONARIO I

Conteste las siguientes preguntas:

¿Sabe usted de dónde viene su agua?

¿Sabe usted a dónde va su agua una vez usada?

¿Qué es lo que más le interesa al instalar un sistema de captación de agua de lluvia?

- Ahorro de agua
- Que sea su abastecimiento de agua
- Interés ecológico
- Otro

¿Conoce a más personas interesadas en captar agua de lluvia o que ya lo hacen?

CUESTIONARIO II

Conteste las siguientes preguntas, antes de diseñar su sistema de captación:

¿Qué uso(s) le piensa dar al agua recolectada?

- Potable (para beber)
- Agua para bañarse (uso doméstico, con contacto directo pero no para beber)
- Excusados únicamente (WC)
- Riego (especificar si es para alimentos de consumo humano)
- Limpieza, lavado de coches, etc.
- Otros: _____

¿Cuánta agua se consume para este uso? (por ejemplo, en litros por día o mts cúbicos/mes)¹⁸

¿Existen fuentes alternas de abastecimiento? (red municipal, pozos, camiones-cisternas, etc.)

¿Desea un sistema que funcione sólo en época de lluvias o durante todo el año?

¹⁸ Es suficiente con un valor promedio o estimado

CUESTIONARIO III

Se recomienda contestar las siguientes preguntas antes de instalar una cisterna o tanques de almacenamiento, para el sistema de captación de agua de lluvia.

Cisterna (de mampostería, de geomembrana, de ferrocemento, prefabricada de plástico, etc.)

¿De cuánta área libre o susceptible de utilizarse dispone? (Patios).

¿Puede ser una cisterna enterrada o superficial?

¿Se piensa construir encima de la cisterna o darle algún otro uso a la superficie de la losa (en caso de que sea de concreto)?

¿Con cuanto peso?

¿Qué tipo de suelo hay?

Tanques de almacenamiento (prefabricados de plástico, metal, ferrocemento, etc.)

¿De cuánta área libre en los techos susceptible de utilizarse se dispone?

¿Puede el techo soportar el peso de los tanques llenos?

¿Con cuanto peso?

¿Interfiere la colocación del tanque la captación pluvial?

¿Existen problemas de temblores u otros por lo que no se pueda instalar los tanques en azoteas?

¿Se debe construir una estructura diferente para poder tener en alto los tanques?

¿Se puede usar un equipo de bombeo hidroneumático para sustituir los tanques de almacenamiento elevados?