



**GUÍA METODOLÓGICA  
PARA LA CAPTACION Y  
APROVECHAMIENTO DE  
AGUAS LLUVIAS PARA EL  
SECTOR RURAL**

***Autor: Lic. Alba Lucía Vargas Moreno***

***Bogotá Colombia 2016***

# **PROLOGO**

**LA PRESENTE GUIA METODOLOGICA PARA LA CAPTACION Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS LLUVIAS EN SECTORES RURALES** es el fruto del trabajo arduo y riguroso, que constituye una valiosa y actualizada herramienta didáctica para las actividades del diario vivir, desarrolladas en los sectores rurales de diversas regiones del país.

Las poblaciones de Colombia han demostrado un especial interés por los problemas ambientales, económicos, sociales, culturales y políticos de las comunidades y regiones, en especial las problemáticas del consumo y mala utilización del recurso hídrico, además la amenaza que se cierne sobre nuestro hábitat como consecuencia de la acción depredadora del consumo y la producción irresponsable.

La captación y El aprovechamiento del agua lluvia para diferentes usos, es una práctica interesante, tanto ambiental como económico, si se tiene en cuenta la gran demanda del recurso sobre las cuencas hidrográficas, el alto grado de contaminación de las fuentes superficiales y los elevados costos por el consumo de agua potable son algunos de los factores por los cuales los campos colombianos se encuentran directamente afectados debido a que no cuentan con una fácil asequibilidad del recurso hídrico

La Guía Metodológica que se presenta a continuación contribuye al desarrollo y materialización del seguimiento para orientar a las comunidades del sector rural para realizar un adecuado proceso de captación y aprovechamiento de las aguas, su gran propósito es el de ofrecer instrumentos adecuados a niños, jóvenes y adultos campesinos aprendan y promuevan al cuidado del medio ambiente y de una nueva opción para combatir la Escasez del agua en condiciones óptimas para hidratación, lavado, manutención e higiene de los animales y de las familias ubicadas en zonas rurales de difícil acceso.



# **INTRODUCCIÓN**

***“Estudios recientes han revelado que aproximadamente un 60% de los servicios que nos proveen los ecosistemas que mantienen la vida sobre el planeta, tales como agua fresca, la pesca, el aire, los bosques y los suelo; están siendo Degradadas o usadas de forma no sustentable. Los científicos dan la alerta sobre las peligrosas Consecuencias de ésta degradación que puede Empeorar significativamente en los Próximos 50 años.” (Sarkas, 2009)***

La guía metodológica para Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia en los sectores rurales de Colombia, cumple con unas características generales como ser efectivas, su aplicación debe ser fácil, el mensaje claro, con la intención de proveer e incentivar a las poblaciones campesinas la implementación de esta, en sus predios, un sistema practico, confiable y económico para la captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Sin embargo, ésta también puede ser de interés para una mayor audiencia, como especialistas, planificadores ambientales, educadores que se encuentren interesados en la implementación de nuevos procedimientos en el aprovechamiento del aguas lluvias.

la aplicabilidad de la presente guía sirve para comparar diversas técnicas de captación, también se denominar como cosecha de agua de lluvia, que se utilizan para mejorar la producción de cultivos, árboles y pastizales en zonas áridas y semiáridas que han sido utilizadas o que han tenido satisfactorios resultados experimentales. Desde hace varios años, en países de América latina incluyendo Colombia han propuesto e implementado manuales y guías metodológicas de captación y aprovechamiento de aguas lluvias con el fin de generar estrategias para mitigar las problemáticas de abastecimiento del recurso hídrico que se a identificado en los sectores rurales más inhóspitos



# CAPÍTULO N° 1



## CONTEXTUALIZACIÓN



## *1. MARCO NORMATIVO*

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en Colombia está en mora de legislar sobre la gestión integral del agua lluvia, tanto a nivel urbanístico como a nivel del consumo familiar.

Estos sistemas deberían instaurar y mantener equipos debidamente entrenados en las comunidades para ejercer el monitoreo permanente de la calidad del agua almacenada. Repensar la política de estado en materia de aguas lluvias para hacer de ellas un recurso bien utilizado es una prioridad en esta época de crisis de civilización.

La Gestión del Agua Lluvia y la Reducción de Riesgos Urbanos 33 Los medios de comunicación podrían ayudar a cambiar la actitud hacia el ahorro familiar de agua lluvia promoviendo la autosuficiencia y la responsabilidad femenina en el control de calidad del agua donada por el cielo. Sin embargo, existen grandes reticencias e intereses económicos que frenan la promoción del uso de un bien público como la lluvia. La rentabilidad económica de las empresas de servicios y las ganancias del sector multinacional que maneja los acueductos y alcantarillados urbanos, no han manifestado aun interés en autogenerarse competencia, ni aceptar formas de suministro de agua gratuita no tratada, de libre acceso y sin costo para el consumidor.

El cambio hacia el paradigma de la autosuficiencia y el modelo de cero- residuo de agua incluye políticas que estimulen formas locales de aprovisionamiento, de re-uso y de disposición mínima. Con el aval político que merece este enfoque de sostenibilidad, el manejo integrado de la lluvia podría convertirse en un recurso estratégico para la adaptación al cambio climático, no solamente en los páramos sino en las ciudades mismas, donde se desprecia la lluvia y se conduce junto con las aguas servidas, a las alcantarillas, a los ríos urbanos y finalmente al mar

Existen normas y leyes que hablan del uso de recurso hídrico: “Ley 373 de 1997, en la cual se propende por el uso eficiente y ahorro del agua y que dicta lo siguiente: “Artículo 2o.- Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua. El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda



de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa”, sin embargo es poco lo que se conoce de los llamados incentivos para la utilización del recurso.”(1)

Además en el “Artículo 5. Reúso obligatorio del agua. Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socio-económico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua”.(1)

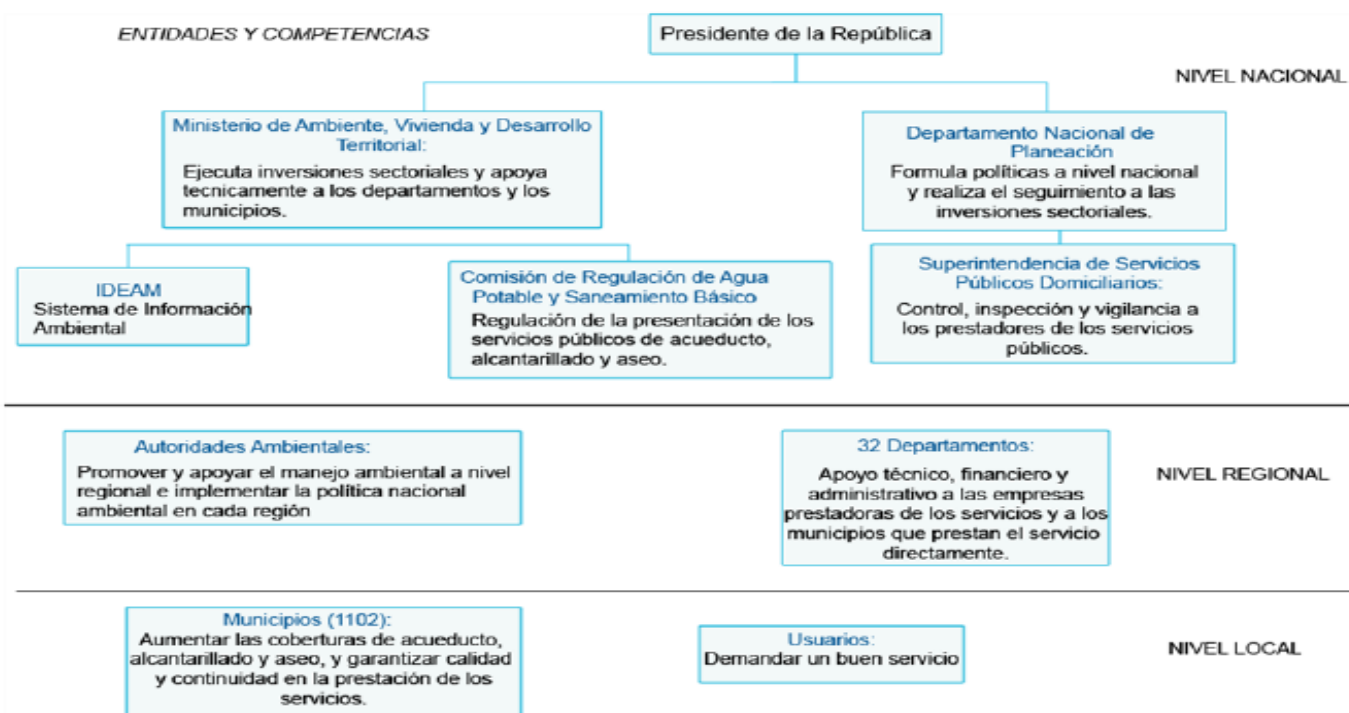
“En cuanto al derecho al agua, la sentencia T- 413 de 1995 señaló que cuando éste se refiere a la salud humana y a la salubridad pública es un derecho fundamental. Igualmente, afirmó que es prioritario atender necesidades domésticas y garantizar agua potable para la familia”. Derecho al agua. Jurisprudencia constitucional en Colombia.

La sentencia T-717/10 de la corte constitucional menciona sobre el derecho al agua potable: “Toda persona tiene derecho fundamental prima faciea disponer y acceder a cantidades suficientes, y de calidad, de agua apta para el consumo humano/DERECHO AL AGUA POTABLE-Desconexión, suspensión o racionalización del servicio público de acueducto supone una interferencia en este derecho, que debe ser justificada por quien la adelanta”. Sentencia T-717/10 Corte derecho, que debe ser justificada por quien la adelanta”. Sentencia T-717/10 Corte constitucional Colombiana.

Decreto 1575 de 2007. Capítulo II. Art 1

Decreto 1575 de 2007. Capítulo III. Art 4” (2)





Fuente: DDU-SAS-DNP

***Esquema N° 1: jerarquía de las entidades que velan por el abastecimiento de agua***

Estos órganos de control tienen como tarea velar por el agua potable de los colombianos, cada uno tiene el mismo derecho al acceso de esta, y a su vez que cumpla con los niveles de potabilización para evitar efectos perjudiciales en la salud de las personas. En la imagen 8 se puede observar dichas entidades de control y su distribución jerárquica.



## ***2. LINEAMIENTOS CONCEPTUALES BASICOS***

- ***CAPTACION***

Es la superficie destinada para la recolección del agua lluvia. La mayoría de los sistemas utilizan la captación en los techos, los cuales deben tener adecuada pendiente (no inferior al 5%) y superficie, que faciliten el escurrimiento del agua lluvia hacia el sistema de recolección.

Los materiales empleados para los techos pueden ser las tejas de arcilla, madera, paja, cemento, entre otros. Los techos de cemento y de teja son los más comunes debido a su durabilidad, el precio relativamente bajo y porque proveen agua de buena calidad; los que tienen compuestos de asfalto, amianto o los que están pintados se recomienda utilizarlos sólo cuando el agua captada no es para consumo humano, ya que pueden lixiviar materiales tóxicos en el agua lluvia (Abdulla y Al-Shareef). (3)

- ***APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS***

Consiste como su propio palabra lo dice es el aprovechar de las aguas lluvias destinándolas para la acumulación, conservación y abastecimiento de ellas para diferentes usos en el sector rural y urbano.

- ***RECOLECCIÓN Y CONDUCCION***

Es el conjunto de canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, con el objeto de recolectar el agua lluvia y de conducirla hasta el sitio deseado. Las canaletas se deben instalar con una pendiente no muy grande que permitan la conducción hasta los bajantes. El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Para tal objetivo se pueden emplear materiales como el bambú, la madera, el metal o el PVC. Se recomienda que el ancho mínimo de la canaleta sea de 75mm y el máximo de 150mm. (4)

- ***ALMACENAMIENTO***

Depósito destinado a la acumulación, conservación y abastecimiento del agua de lluvia con fines domésticos





### ***3. OBJETIVOS***

- Ayudar a las comunidades del sector rural a tomar conciencia sobre el cuidado del agua y su sensibilización al respecto
- Establecer pautas para diseños de sistemas de captación de agua de lluvia para la manutención de predios rurales
- Identificar qué factores externos e internos que se encuentran involucrados con el deterioro del agua, y de qué forma se puede disminuir el riesgo de contaminación.
- Orientar a los grupos sociales y a los individuos a adquirir una experiencia variada, así como los conocimientos fundamentales para la captación y aprovechamiento de las aguas lluvias
- Desarrollar un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias como alternativa para usos no potables (sanitarios, riego de cultivos, lavado de cocheros y áreas comunes, entre otros)
- Incentivar actitudes como valores sociales y un profundo interés en el medioambiente que los impulse a participar activamente en su protección y mejoramiento.



# CAPÍTULO N° 2



## **ESTRATEGIAS Y NECESIDADES PARA EL USO DEL AGUA LLUVIA EN LA FINCA**



En este capítulo se divide en dos partes la primera, es orientar al lector a identificar las estrategias más utilizadas para el uso racional del agua, y la segunda se trata de conocer el buen uso que se le puede dar las fincas.

### ***1ª ESTRATEGIAS DE USO RACIONAL DEL AGUA***

El agua es un recurso natural limitado, de utilización amplia y esencial para la vida, cuya pérdida de calidad puede ocurrir fácil y rápidamente, razón por la cual debe ser preservada en cualquier circunstancia de suministro que se presente. Si el agua del planeta cumple un ciclo, no utilizarla de manera racional significa tener problemas en otras fases del ciclo, en la actualidad o en el futuro.

Por lo tanto, el concepto de “uso racional, optimizado y responsable” del agua debe prevalecer siempre, aunque los aportes sean abundantes durante todo el año.

Las personas o comunidades que sufren déficit recurrente de agua no siempre utilizan bien el recurso. Aunque existen buenas experiencias en la región, se observan muchos problemas de mal uso y manejo del agua, lo que agrava su escasez, la pobreza, las enfermedades y la dependencia.

**Cuadro N° 1: Se ve relacionado cuales son las estrategias o acciones del uso racional del agua, el cual debe ser optimizado y responsable.**

| <b>ACCIÓN O ESTRATEGIA</b>   |
|--|
| 1. Utilización del volumen mínimo necesario para satisfacer las diferentes necesidades, sin desperdicio  |
| 2. Desarrollo de sistemas productivos con especies de plantas y animales que necesitan menos agua o que presentan mayor eficiencia en su utilización es decir: <b>“más productos, servicios o beneficios con mayor valor agregado por volumen de agua consumido”</b> |
| 3. Observar una escala de <b>prioridad de uso “consumo humano, consumo animal de producción, riego de plantas de autoconsumo, riego de plantas de producción comercial y otros usos”</b>   |
| 4. priorizar actividades de beneficio colectivo, más que de beneficio individual   |
| 5. Uso múltiple del agua: utilizar el mismo volumen de agua para obtener beneficios en dos o más actividades.  |
| 6. <b>Captación y aprovechamiento del agua disponible en los volúmenes que satisfagan las necesidades, posibilitando que los excedentes estén disponibles para otros usuarios</b>  |
| 7. <b>Respetar la legislación que regula el uso del agua en cada provincia, país o región.</b>   |
| 8. <b>Prevención y control de excedentes hídricos que causan daños a los</b>   |



## sistemas productivos y a la vida, como la erosión hídrica y las inundaciones

### 9. Compartir el agua disponible

Además hay que tener en cuenta que la captación y el aprovechamiento de la lluvia representan solo una de las estrategias en el uso racional del agua. Para lograr éxito en cualquier acción o proyecto, es necesario considerar diversos aspectos, como educación, concientización y capacitación de los usuarios, que permitan desarrollar en la comunidad la cultura del uso eficiente del agua.

La adopción de una práctica aislada, aunque sea eficaz individualmente, no es suficiente. Es necesario desarrollar un proceso educativo para que la población conozca y comprenda el ciclo hidrológico característico de la zona donde vive y establecer estrategias y tecnologías que posibiliten la mejoría de la disponibilidad de agua de manera sistemática y constante para lograr mejoras en su calidad de vida.

#### ***2º NECESIDADES DE AGUA EN LA FINCA***

En una finca, las familias requieren agua para el consumo doméstico y para las actividades agrícolas y pecuarias. Para calcular dichos requerimientos, se consideran los siguientes aspectos fundamentales, que hay que tener en cuenta para comenzar a realizar un estudio adecuado para la captación de las aguas lluvias.

*Cuadro N° 2: Se ve relacionado cuales son los aspectos necesarios para el consumo del recurso hídrico*

| <b>ASPECTOS</b>  |
|--|
| 1. Uso doméstico: la suma del agua usada para preparar alimentos, beber, higiene personal, lavado de ropa y aseo de la vivienda. |
| 2. Consumo animal: la suma de los consumos para abrevadero y limpieza de los corrales.   |
| 3. Producción agrícola: volumen total de agua absorbida por los cultivos para realizar su metabolismo y producción.              |
| 4. Otros usos: consumo en instalaciones de transformación de productos, piscicultura y actividades recreativas.                  |
| 5. Pérdidas naturales: evaporación, escorrentía sub-superficial y percolación profunda, escorrentía superficial no captable      |



# CAPÍTULO N° 3



## FICHAS DE CARACTERIZACIÓN



En este capítulo se encontraran una serie de fichas propuestas para realizar un seguimiento adecuado, con el fin de seleccionar el sistema de captación y de aprovechamiento más adecuado para la finca.

**Ficha N° 1: CARACTERIZACION DE LA POBLACION**

| NOMBRE DE LA FINCA: |       |   |         | NOMBRE DE LA VEREDA: |          |   |                      |          |              |                    |           |               |
|---------------------|-------|---|---------|----------------------|----------|---|----------------------|----------|--------------|--------------------|-----------|---------------|
| N° DE HABITANTES    | NIÑOS |   | ADULTOS |                      | ANCIANOS |   | NIVEL DE ESCOLARIDAD |          |              |                    |           |               |
|                     | M     | F | M       | F                    |          | F | PRE-ESCOLAR          | PRIMARIA | BACHILLERATO | EDUCACION SUPERIOR |           |               |
|                     |       |   |         |                      |          |   |                      |          |              | TECNICO            | TECNOLOGO | UNIVERSITARIO |
|                     |       |   |         |                      |          |   |                      |          |              |                    |           |               |
|                     |       |   |         |                      |          |   |                      |          |              |                    |           |               |
|                     |       |   |         |                      |          |   |                      |          |              |                    |           |               |
|                     |       |   |         |                      |          |   |                      |          |              |                    |           |               |
|                     |       |   |         |                      |          |   |                      |          |              |                    |           |               |
|                     |       |   |         |                      |          |   |                      |          |              |                    |           |               |
|                     |       |   |         |                      |          |   |                      |          |              |                    |           |               |

**Observación:** Si hay mujeres en gestación tenerlas en cuenta en la caracterización y también niños en brazos.

**Ficha N°2 IDENTIFICACION DEL TERRENO**

| NOMBRE DE LA FINCA                             |              |              |             |             | NOMBRE DE LA VEREDA         |           |                    |      |
|--|--------------|--------------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------|--------------------|------|
| EXTENSIÓN DEL TERRENO (expreselo en Hectáreas) |              |              |             |             | ACTIVIDAD ECONÓMICA         |           |                    |      |
|  | Agua potable | Electricidad | Gas natural | Gas propano | Agricultura                 | Ganadería | Porcicultura       | Otra |
| SERVICIOS PUBLICOS                             |              |              |             |             |                             |           |                    |      |
|  |              |              |             |             | NUMERO DE ESPECIES ANIMALES |           | NUMERO DE CULTIVOS |      |
|  |              |              |             |             |                             |           |                    |      |



### Ficha N°3 SEGUIMIENTO DEL GASTO DE AGUA

Esta ficha se recomienda llenarla por mes para poder tener un seguimiento más exacto para el diseño de captación de aguas lluvias.

|   |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nombre de la Finca                                    |     |     |     |     |     |     |     | Fecha: Día: ____ Mes: ____ Año: ____               |     |     |     |     |     |     |     | Número de personas que permanecen en el predio :<br>Que trabajan: _____ Que viven: _____ |     |     |     |     |     |     |     |
| Gasto de agua por día por persona expréselo en litros |     |     |     |     |     |     |     | Gasto de agua por día para aseo de casa y cocheras |     |     |     |     |     |     |     | Gasto de agua por día en manutención de animales y cultivos                              |     |     |     |     |     |     |     |
| Lun   | Mar | Mie | Jue | Vie | Sab | Dom | Fes | Lun  | Mar | Mie | Jue | Vie | Sab | Dom | Fes | Lun  | Mar | Mie | Jue | Vie | Sab | Dom | Fes |
|   |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |
|   |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |
|   |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |
|   |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |
|   |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |
| OBSERVACIONES:  |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |     |     |     |     |     |

### Ficha N°4 CONSUMO DIARIO DE AGUA DE ALGUNAS ESPECIES ANIMALES

| ESPECIES |                    | CONDICIONES DE CONSUMO | CONSUMO |
|----------|--------------------|------------------------|---------|
| AVES     | Gallinas ponedoras |                        |         |
|          | Patos              |                        |         |
|          | Pollo              |                        |         |
|          |                    |                        |         |
| BOVINOS  | Lecheras           |                        |         |
|          |                    |                        |         |
|          |                    |                        |         |
| CERDOS   | De engorde         |                        |         |
|          | Para reproducción  |                        |         |
|          |                    |                        |         |
| OVINOS   | Pastoreo           |                        |         |
|          |                    |                        |         |
|          |                    |                        |         |
| CONEJOS  |                    |                        |         |
|          |                    |                        |         |
| EQUINOS  | Para Reproducción  |                        |         |
| OTROS    |                    |                        |         |
|          |                    |                        |         |
|          |                    |                        |         |



**Observación:** Si hay otras especies que no se encuentran en el cuadro por favor completarlas en los espacios en blanco.

Para trabajar los cultivos hay que hacer un proceso más complejo debido hay que analizar una serie de factores específicos como la intensidad de la evapotranspiración afectados por factores climáticos además el manejo del agua y del suelo, a continuación se verán los factores se proponen en el Estudio FAO - Riego y Drenaje N° 56 (Allen et al, 2006)

**CUADRO 3: Tipos de factores que afectan la evapotranspiración en superficies cultivadas.**

| <b>FACTORES QUE AFECTAN LA INTENSIDAD DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN</b>   |  |  |
|--|--|--|
| <i>Parámetros climáticos</i>   | <i>Factores de las plantas</i>   | <i>Factores de manejo u el entorno</i>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Radiación solar</li> <li>❖ Temperatura del aire</li> <li>❖ Humedad atmosférica</li> <li>❖ Velocidad del viento</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Tipo o variedad de cultivo</li> <li>❖ Fase de desarrollo del cultivo</li> <li>❖ Altura y rugosidad del vegetal</li> <li>❖ Reflejo de la superficie vegetal</li> <li>❖ Cobertura del suelo</li> <li>❖ Características del cultivo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Salinidad</li> <li>❖ Fertilidad del suelo</li> <li>❖ Horizontes duros impermeables o impenetrables</li> <li>❖ Enfermedades y plagas</li> <li>❖ Densidad poblacional del cultivo</li> <li>❖ Humedad del suelo</li> <li>❖ Control de vientos (cortinas)</li> <li>❖ Método de riegos</li> <li>❖ Practicas de cultivo</li> <li>❖ Rastrojos o residuos (cobertura vegetal muerta)</li> <li>❖ Utilización de películas plásticas en la superficie</li> <li>❖ Uso de material reflectante en el suelo</li> </ul> |

### **Evapotranspiración del cultivo (ETc)**

“La evapotranspiración del cultivo (ETc) es la necesidad de agua estimada para las condiciones de cada cultivo o bosque, en sus diferentes fases de desarrollo, bajo las





siguientes condiciones: suelo sin restricción hídrica; buenas condiciones de desarrollo vegetal; y área de cultivo suficientemente amplia para evitar el efecto de bordes, principalmente el viento y la transferencia de calor de áreas aledañas bajo condiciones diferenciadas.

En este caso,  $ET_c$  depende de las condiciones climáticas y de las condiciones del cultivo, principalmente el tipo de cultivo (más o menos dependiente del agua) y de su grado de desarrollo (área foliar). Su valor representa el máximo que el cultivo puede perder por evapotranspiración, bajo la condición climática específica.

El valor de  $ET_c$  está directamente relacionado a la necesidad de suministro de agua para los cultivos, sea en la forma de lluvia o riego. De un punto de vista práctico, si el volumen de agua saliente por evapotranspiración no es compensado con lluvia o riego, las plantas podrán entrar en estado de estrés por déficit hídrico.

Para estimar el valor de la  $ET_c$  de un cultivo o bosque específico, se utiliza como base  $ET_o$  y se corrige con el coeficiente a dimensional  $K_c$ . El coeficiente  $K_c$  es el cociente de  $ET_c$  sobre  $ET_o$ .

Por lo tanto:

$$ET_c / ET_o = K_c$$

$$\text{Se deduce que } ET_c = K_c * ET_o$$

Cuando el valor de  $K_c$  se acerca a 1,0, significa que los valores de  $ET_c$  y  $ET_o$  son similares. Si el valor de  $K_c$  es menor que 1,0, significa que el valor de  $ET_c$  es menor que  $ET_o$ . Si, por el contrario, el valor de  $K_c$  es mayor que 1,0, implica que  $ET_c$  es mayor que  $ET_o$ .

Por lo tanto, el cociente  $K_c$  representa los efectos de las condiciones específicas del cultivo en relación a las condiciones de referencia de evapotranspiración del césped, ya descritas. Estas condiciones específicas normalmente están relacionadas en el siguiente cuadro.” (3)



**CUADRO N° 4 condiciones específicas de evapotranspiración de las plantas**

| <b>FACTORES</b> |   |
|-----------------|---|
|                 | Altura de la planta, la cual afecta la resistencia aerodinámica (que es considerada en la ecuación Penman-Monteith) y la transferencia turbulenta de vapor desde la planta hacia la atmósfera                     |
|                 | El albedo o reflectancia de la superficie suelo-plantas, el cual depende del porcentaje de la superficie cubierta de plantas, de la humedad de la superficie del suelo y del tipo de suelo                        |
|                 | Resistencia de la superficie de las plantas a la transferencia de vapor, que depende del área de las hojas (cantidad de estomas), edad y condición de las hojas y el grado de control de abertura de los estomas. |
|                 | Evaporación directa del suelo, especialmente del suelo expuesto   |

Estos factores se modifican con el crecimiento de las plantas, las cuales van aumentando de altura, de área foliar y de cobertura del terreno, lo que hace cambiar el valor de  $K_c$  en las diferentes fases de desarrollo del cultivo. Por eso, en el cálculo de  $ET_c$  el valor de  $K_c$  debe modificarse según el estado de desarrollo de las plantas. Se consideran tres valores básicos de coeficiente que orientan las reformas de  $K_c$ , los cuales se denominan  $K_c$  inicial,  $K_c$  media y  $K_c$  final, correspondientes a los puntos de cambio del estado de desarrollo y cuyas descripciones se presentan en el siguiente cuadro:

**CUADRO N°5 los tres valores básicos del desarrollo de las plantas**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b><math>K_{C\ ini}</math></b> | <b>Periodo inicial</b> del cultivo desde la siembra hasta el inicio significativo del crecimiento de las plantas hasta un 10-15% del terreno.  |
| <b><math>K_{C\ med}</math></b> | <b>Periodo medio</b> del cultivo cuando las plantas alcanzan de 80 a 100% de su desarrollo vegetativo y se mantiene prácticamente estable durante el periodo medio o de madurez del cultivo hasta que inicia su envejecimiento |
| <b><math>K_{C\ fin}</math></b> | <b>Periodo final</b> del cultivo fase final del ciclo de los cultivos generalmente se inicia la maduración fisiológica hasta que se efectuó la cosecha   |

La siguiente ficha que se presenta fue una modificación al cuadro propuesto de valores de referencia de  $K_c$  para diferentes cultivos (Critchley y Siegert, 1996; Allen et al, 2006)



**FICHA N°5 SEGUIMIENTO DEL CRECIMIENTO DE CULTIVOS SEGÚN LA PROPUESTA DE CRITCHLEY Y SIEGERT, 1996; ALLEN ET AL, 2006)**

| CULTIVOS         | ESTAPA INICIAL |      | ETAPA DE CRECIMIENTO |      | ETAPA DE DESARROLLO PLENO |      | ETAPA DE MADUREZ |      |
|------------------|----------------|------|----------------------|------|---------------------------|------|------------------|------|
|                  | K <sub>c</sub> | DIAS | K <sub>c</sub>       | DIAS | K <sub>c</sub>            | DIAS | K <sub>c</sub>   | DIAS |
| Numero de platas |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
| Tubérculos       |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
| frutales         |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
| legumbres        |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
| Café             |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
| Otros            |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
|                  |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
|                  |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
|                  |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |
|                  |                |      |                      |      |                           |      |                  |      |



# CAPÍTULO N° 4



## COMO HACER UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUAS LLUVIAS



En el presente capítulo se plantea, diversos sistemas de captación y aprovechamiento del agua de una forma sencillos, prácticos y económicos.

Para poder realizar un proceso de captación hay que seguir una serie de pasos relacionados a continuación:

- A) Requisitos
- B) Diseño
- C) Captación
- D) Recolección
- E) Intercepción
- F) Almacenamiento
- G) Aprovechamiento

El diseño del sistema de captación de agua de lluvia con fines de abastecimiento de agua debe estar basado en los datos de precipitación mensual del terreno y la vereda donde se encuentra ubicada la finca.

La demanda de agua para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia debe considerar un mínimo de litros de agua por habitante y un máximo, además debe tener sé en cuenta para que será destinada el agua que se captara. Así que se recomienda llenar la ficha N° 3 donde se encuentran el seguimiento de como mínimo tres meses antes de construir o modificar su sistema de captación de aguas.

## ***1. SISTEMA TÍPICO DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA EN TECHOS***

### ***A) CAPTACIÓN***

Para aplicar este tipo de captación hay que identificar el tipo de techo de la construcción:

La mayoría de los sistemas de la captación es utilizada en los techos, los cuales deben cumplir unas características específicas como: lo muestra en la siguiente imagen N° 1 **adecuada pendiente (no inferior al 5%) y superficie, que faciliten el escurrimiento del agua lluvia hacia el sistema de recolección.** Como se muestra en la imagen N° 1



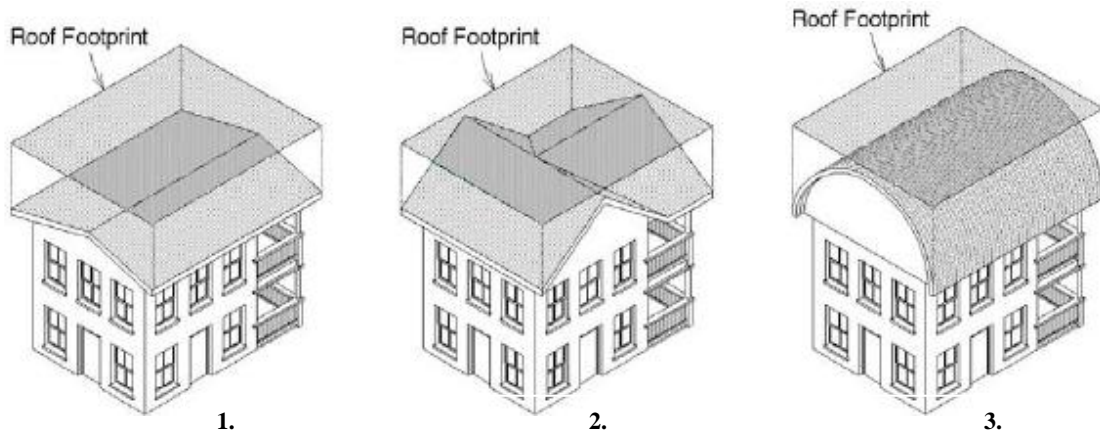
**Imagen Nº1 Sistema típico de captación de agua lluvia en el techo**



Tomado: Guía de Diseño para Captación de Agua de Lluvia. CEPIS, 2004 y modificado por Alba Lucia Vargas 20016

También es importante tener en cuenta la forma de cómo está diseñado y construido el techo en la imagen Nº 2 se encontraran tres diseños, apropiados para realizar un sistema de captación exitoso.

**Imagen Nº2 captación de agua lluvia para tres diseños de techo distintos**



Tomado: The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Texas Water Development Board. 200



**CUADRO N°6 materiales más comunes para la construcción de techos**

| <b>MATERIALES PARA LOS TECHOS</b> |
|-----------------------------------|
| Tejas de arcilla                  |
| Techos en madera,                 |
| Techos en paja                    |
| Teja de cemento                   |
| Teja de aluminio                  |
| Teja plástica                     |

En este cuadro se encuentran relacionados los materiales más comunes que se utilizan para la construcción de techos en las viviendas cocheros zarzos, gallineros, galpones, graneros entre otros, algunos son los más manejados en las construcciones debido a su luminosidad, economía, durabilidad.

Las tejas de cemento y aluminio son recomendadas para el proceso de captación y utilización de aseo de cocheros y del hogar, no para riego de cultivos, jardines, consumo humano y otras actividades donde se encuentren involucrados animales esto se debe lixivian materiales tóxicos en el agua lluvia.

**B) RECOLECCIÓN**

Se utiliza con la implementación de canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, con el objeto de recolectar el agua lluvia y de conducirla hasta el sitio deseado. Las canaletas se deben instalar con una pendiente no muy grande que permitan la conducción hasta los bajantes.

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí. En el cuadro N° 7 se encuentran los materiales apropiados para el diseño de las canaletas, además de tener en cuenta las siguientes medidas para su construcción ancho mínimo de la canaleta sea de 75mm y el máximo de 150mm.

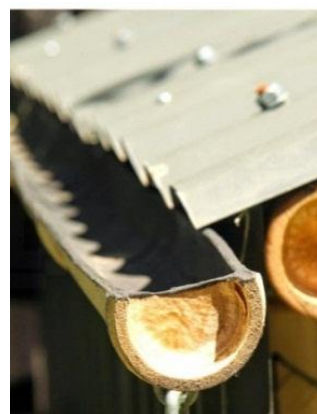
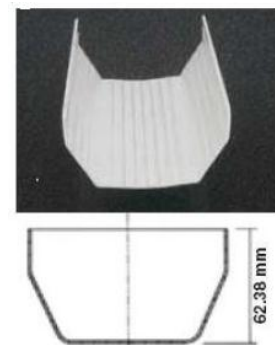
**CUADRO N°7 materiales más apropiados para la construcción de canaletas**



| <b>MATERIALES PARA CANALETAS</b> |
|----------------------------------|
| Bambú                            |
| madera,                          |
| Metal                            |
| PVC                              |

En la imagen N° 3 se encuentran los diseños de canaletas mas utilizados en la construcciones rurales

*Imagen N°3 Tipos de canaletas para recolección de agua lluvia*



Tomado Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso. Manual de capacitación para la participación comunitaria. Floriana Hernández Martínez.

### *C) INTERCEPTOR*





Su función específica es captar las primeras aguas lluvias correspondientes al lavado del área de captación, con el fin de evitar el almacenamiento de aguas con gran cantidad de impurezas.

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta ciertas características como:

El volumen de agua requerido para lavar el techo se es estimado en 1 litro por m. de techo.

Es importante tener en cuenta que el agua que es recolectada por el interceptor también puede ser aprovechada para el riego de plantas o jardines

El interceptor consta de un tanque, al cual entra el agua por medio de los bajantes unidos a las canaletas. El tanque interceptor debe contar con una válvula de flotador que permita su llenado, cuando éste alcance el nivel deseado, la válvula impedirá el paso del agua hacia el interceptor y la dirigirá hacia el tanque de almacenamiento. Adicionalmente debe tener una válvula de purga en la parte inferior del tanque para hacer el mantenimiento después de cada lluvia. Este proceso se puede evidenciar en la imagen N°4

*Imagen N°4 tanque interceptor de agua lluvia y válvula para el tanque*



Tomado Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso. Manual de capacitación para la participación comunitaria. Floriana Hernández Martínez

#### ***D) ALMACENAMIENTO***



La unidad de almacenamiento debe ser duradera, este depósito es destinado para la acumulación, conservación y abastecimiento del agua lluvia a los diferentes usos. Así que debe cumplir con las especificaciones, que se relacionan en el cuadro N° 8

**CUADRO N° 8 especificaciones de la unidad de almacenamiento**

| <b>ESPECIFICACIONES</b> |  |
|-------------------------|--|
| <b>1.</b>               | Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración   |
| <b>2.</b>               | De no más de 2m de altura para minimizar las sobre-presiones   |
| <b>3.</b>               | Con tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar  |
| <b>4.</b>               | Disponer de una escotilla con tapa lo suficientemente grande para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias |
| <b>5.</b>               | La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales   |
| <b>6.</b>               | Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje   |

En el cuadro N° 9 se pueden identificar los diferentes tipos de tranque de almacenamiento que se utilizan con su respectivo material de construcción

**CUADRO N° 9 tipos de unidades de almacenamiento**

| <b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN</b>                  | <b>IMAGEN</b>  |
|--|--|
| Mampostería para volúmenes menores (100 a 500 L) |  |



Ferro-cemento para cualquier volumen.



Concreto reforzado para cualquier volumen.



## ***2. SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO ESPECIAL PARA CULTIVOS***

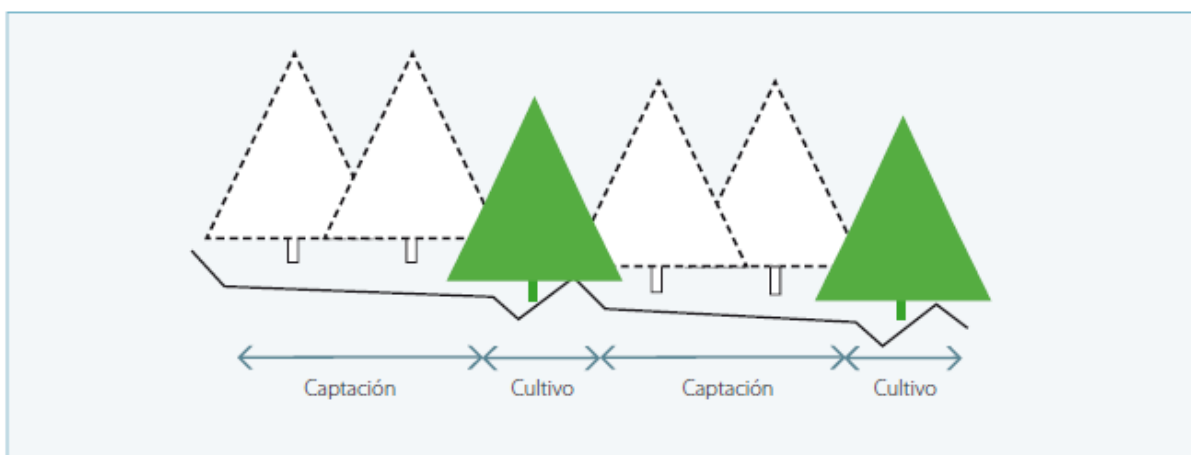
El sistema de captación o también conocidas como micro-captación para cultivos son técnicas más eficientes y que han desplazado la técnica de captación por medio de surcos o zanjas las cuales no son muy eficientes. Estos sistemas son utilizados con gran éxito, en los Estados Unidos y México.

La micro-captación entre hileras o fajas de cultivos es la forma más simple de micro-captación. Descrita por Anaya (2000), esta técnica consiste en separar las hileras del cultivo, de acuerdo a la relación obtenida CAPT:CULT (área de captación: área de cultivo). Para cada hilera de cultivo sembrada a contorno, se mantiene una franja de captación aguas arriba, tal como se presenta en la Figura 5. Es conveniente que el ancho de la franja de captación sea un múltiplo del área de cultivo, lo que facilita la siembra mecánica.

En el lugar de la hilera, con la pasada de un arado de vertedera u otro implemento (azadón, escarda, si fuera a mano), se construye previamente un surco con un pequeño camellón, para facilitar la retención e infiltración de la escorrentía. El cultivo se siembra en el borde o sobre el camellón, si las lluvias son más frecuentes; y en el fondo del surco, si estas son muy espaciadas o el suelo es muy permeable.



*Imagen N°5 micro-captación entre hileras, con una relación de área*



### ***Condiciones de adaptación***

Los terrenos en condiciones adecuados son casi planos o de poca pendiente, ya que la escorrentía debe producirse. Se utiliza en pequeñas o en grandes áreas de siembra, pues se puede hacer la siembra tanto con herramientas manuales, con pequeñas sembradoras de tracción animal o con sembradoras de tracción mecánica, dependiendo el tipo de cultivo.

En suelos permeables, es recomendable desmalezar, emparejar y compactar el área de captación para que se produzca más escorrentía y con buena eficiencia.

En suelos con problemas de permeabilidad, es prudente romper, adicionar materia orgánica y mantener cubierta el área de cultivo.

### ***Recomendaciones para la construcción***

Para la construcción de este sistema de captación se recomiendan los pasos que se encuentran relacionados en el cuadro N°10 para tener un resultado más óptimo



**CUADRO N° 10 pasos para realizar un proceso de micro-captación entre hileras**

| <b>ESPECIFICACIONES</b> |  |
|-------------------------|--|
| <b>1.</b>               | Se demarcan (estacan) las curvas de nivel en el terreno, sobre las cuales se rayan los surcos que servirán para detener la escorrentía en el área de cultivo.        |
| <b>2.</b>               | Si el terreno es uniforme, basta demarcar algunas curvas de nivel, no todas, y ubicar las demás por medio de líneas paralelas a las demarcadas                       |
| <b>3.</b>               | demarcación de áreas pequeñas se utilizan instrumentos simples o artesanales (nivel pata de gallina, nivel "A" o nivel de burbuja)                                   |
| <b>4.</b>               | Demarcar áreas más grandes, se recomienda utilizar el nivel de manguera o el nivel de ingeniero.   |
| <b>5.</b>               | La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales   |
| <b>6.</b>               | Los surcos se construyen con una o dos pasadas de arado, preferentemente de vertedera, volcando el suelo hacia abajo y completando el camellón con escardas o azadón |

En la imagen N°6 y 7 se ven las fajas de ambos lados del camellón se desmalezan y emparejan. El suelo debe ser compactado y sellado para que el coeficiente de escorrentía sea elevado y la lluvia escurra hacia la línea de cultivo. Esta propuesta fue generada por la FAO en año 2004.

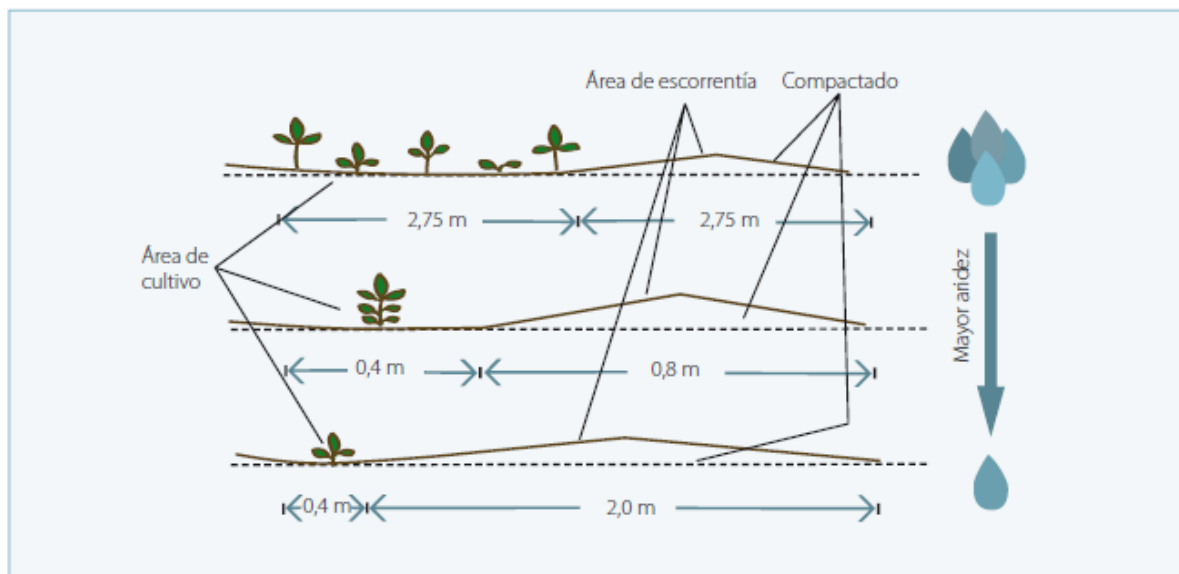
**Imagen N°6 Micro-captación entre hileras con faja conformada a dos aguas para mayor escorrentía en un huerto de frutales en Nuevo México, Estados Unidos**



Tomado de la FAO 2004



*Imagen N°7 Dimensiones tradicionales de fajas a dos aguas entre hileras*



Tomado FAO, 2004.

### ***3. Sistema de captación para pendientes pronunciadas***

Estos sistemas de captación se pueden utilizar en: Andenes, surcos interceptados y terrazas, para lograr el objetivo de la cosecha de agua de lluvia. Buscando hacer uso de los sitios empinados capturando el agua de manera perpendicular al flujo con el fin de re-direccionar el líquido hacia otro sitio o sostenerla en esa posición.

Esta técnica es muy utilizada en el Perú donde utilizan andenes en la agricultura para captar el recurso hídrico, estos sistemas de terrazas o andenes, es una tecnología agrícola ancestral que se ha desarrollado en muchos lugares del mundo como respuesta económica, social y técnica a un medio adverso, encontrándose particularidades de acuerdo al lugar y al nivel de desarrollo de las culturas.

Con los andenes se logra utilizar racionalmente las laderas, minimizar el riesgo de heladas, lograr una mayor exposición al sol, controlar la escurrimiento del agua, incrementar la infiltración, mantener un buen drenaje y mejor aireación del suelo agrícola.

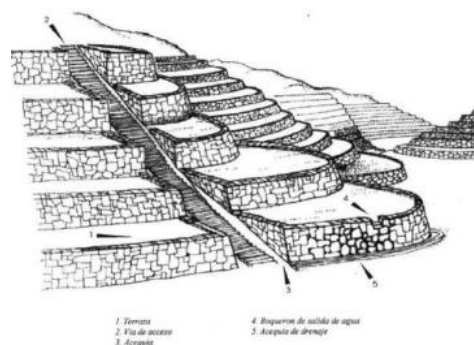


La agronomía en andenería es un sistema de cultivo en terrazas, que se aplica en laderas con pendientes del 4 al 60%; se caracteriza por la construcción de plataformas continuas escalonadas en las laderas de los cerros y superficies inclinadas de las quebradas, logrando así el aprovechamiento óptimo del agua.

La agricultura en andenería es muy diversificada. Actualmente se conducen cultivos de papa en rotación con maíz, del mismo modo se producen flores y frutales como manzanos, aguacates y chirimoyas en andenes de dos metros de ancho que sólo admiten un surco.

Los andenes generalmente tienen una longitud que oscila entre 4 y 100 m, por un ancho que va desde 1,5 a 20 m; la terraza se encuentra sostenida normalmente por tres muros de piedra, de los cuales el de mayor longitud tiene la sinuosidad de la curva de nivel de la ladera y los otros dos en los sistemas de andenes extremos del andén, van paralelos con la máxima pendiente adyacente a la acequia y el camino empedrado o sólo a la acequia. Los muros miden normalmente entre 0,5 y 2 m de altura llegando ocasionalmente a 3m. La estructura interna del andén consta de tres estratos, donde la capa del fondo es de piedras grandes, seguido de una capa intermedia de gravas y una capa superficial de hasta 0,7 m de tierra agrícola todas estas características de composición de los andenes y terrazas se pueden identificar en la imagen N°8.

**Figura N°8 Sistemas de Andenes**



Tomado FAO, 2004.

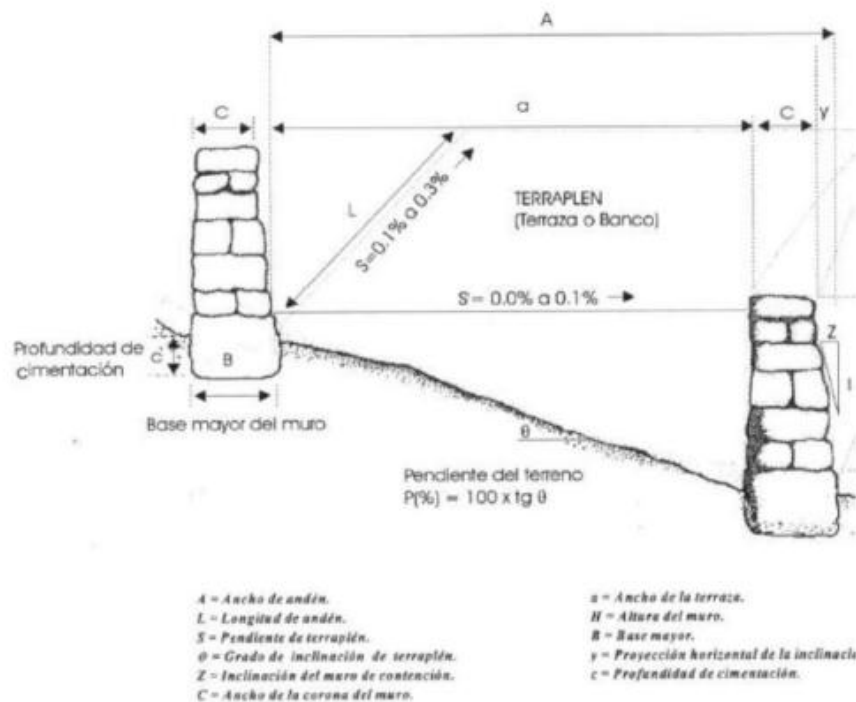


En el cuadro N°10 muestran las características que hay que tener en cuenta para el establecimiento de un sistema de andenes en un terreno determinado

**Cuadro N°10 características y parámetros para la construcción de un sistema de andenes**

| Características   | Parámetros                            |
|---|---------------------------------------|
| La pendiente de la ladera debe estar comprendida entre 4 y 60%, preferentemente por razones de costo.   | Pendiente longitudinal de la terraza. |
| La disponibilidad y caudal de las fuentes de agua para riego (manantiales, ríos, lagunas, lluvias, neblinas, etc.).                                   | Pendiente transversal de la terraza.  |
| La precipitación estacional anual en zonas de secano no debe ser menor a los 200 mm.  | Talud del muro de contención.         |
| Tener y analizar los registros hidrológicos de la máxima precipitación y máxima avenida para el cálculo de caudales máximos y problemas de erosiones. | Altura del muro (H).                  |
|   | Ancho del andén                       |

**Imagen 9 parámetros para el diseño de andenes**



Tomado: FAO 2004





# **CAPÍTULO N°5**



# **FICHAS DE SEGUIMIENTO**



En el siguiente capítulo se encontraran una serie de fichas las cuales permitirán realizar un seguimiento sistemático sobre el sistema de captación de aguas lluvias que haya implementado en su finca, con el fin de verificar que esté funcionando la captación y el aprovechamiento de las aguas lluvias.

***Ficha N° 6 Seguimiento del consumo de agua potable por mes***

| Mes        | Consumo agua en la finca | Costo por consumo por mes | Actividades del consumo del agua |
|------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Enero      |                          |                           |                                  |
| Febrero    |                          |                           |                                  |
| Marzo      |                          |                           |                                  |
| Abril      |                          |                           |                                  |
| Mayo       |                          |                           |                                  |
| Junio      |                          |                           |                                  |
| Julio      |                          |                           |                                  |
| Agosto     |                          |                           |                                  |
| Septiembre |                          |                           |                                  |
| Octubre    |                          |                           |                                  |
| Noviembre  |                          |                           |                                  |
| Diciembre  |                          |                           |                                  |

Esta ficha se recomienda llenarla con los datos del recibo de acueducto y alcantarillado

***Ficha N°7 seguimiento del fenómeno del niño y de la niña por año***

| <b><i>Fenómeno</i></b> | <b><i>Inicia</i></b> | <b><i>Finaliza</i></b> |
|------------------------|----------------------|------------------------|
|                        |                      |                        |
|                        |                      |                        |
|                        |                      |                        |
|                        |                      |                        |
|                        |                      |                        |

Tomado: Elaboración propia a partir de datos del NationalOceanic and AtmosphericAdministration- NOAA

Para llenar esta ficha hay que tener en cuenta los fenómenos del niño y de la niña y en qué tiempo inicia y finaliza hay que registrar el mes el del año en que inicia.



***Ficha N°8 seguimiento de cantidad de agua captada***

| <b>Fecha</b> | <b>Punto de captación</b>           | <b>Cantidad de agua captada (L)</b> |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|              | Agua lluvia que cae de la atmosfera |                                     |
|              | Agua que cae del techo              |                                     |
|              | Tanque de zinc                      |                                     |
|              | Tanque asbesto cemento              |                                     |
|              | Tanque de PVC                       |                                     |

***Ficha N°9 seguimiento de ahorro de agua potable***

| <b>Mes</b>        | <b>Consumo agua en la finca</b> | <b>Ahorro por consumo del mes</b> |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Enero</b>      |                                 |                                   |
| <b>Febrero</b>    |                                 |                                   |
| <b>Marzo</b>      |                                 |                                   |
| <b>Abril</b>      |                                 |                                   |
| <b>Mayo</b>       |                                 |                                   |
| <b>Junio</b>      |                                 |                                   |
| <b>Julio</b>      |                                 |                                   |
| <b>Agosto</b>     |                                 |                                   |
| <b>Septiembre</b> |                                 |                                   |
| <b>Octubre</b>    |                                 |                                   |
| <b>Noviembre</b>  |                                 |                                   |
| <b>Diciembre</b>  |                                 |                                   |



# **CALENDARIO DE LLOVIAS**





Tomado de la fundación secretos para contar 2011



# **BIBLIOGRAFIA**

1. Ley 373 de 1997, por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
2. [www.corteconstitucional.gov.co](http://www.corteconstitucional.gov.co)
3. ALLEN, Richard G.; PEREIRA, Luis S.; RAES, Dirk; SMITH, Martin. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, 56. FAO, Rome, 1998.
4. Water Texas Development Board. The Texas Manual on Rainwater Harvesting. *Development*, 2005.
5. Estudio FAO - Riego y Drenaje N° 56 (Allen et al, 2006)
6. Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso.
7. Manual de capacitación para la participación comunitaria. Floriana Hernández Martínez.
8. Anaya M, Martínez J. 2007. Manual sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano en América Latina y El Caribe. Colegio de Postgraduados.
9. Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento de Agua de Lluvia – CIDECALLI -, México. 156 pp
10. Casanova M., et al. 2000. Cosecha de agua asociada a un sistema *Acacia saligna*/pradera en el secano semiárido interior de la Zona Central de Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago, Chile
11. FAO 2004. Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Experiencias en América Latina. Serie Zonas Áridas y Semiáridas No. 13. FAO, Santiago (Chile). Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago, Chile.
12. Nathalia Palacio Castañeda. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa maría auxiliadora de caldas, Antioquia;Medellín

