

Manual de Guía Práctica

para la construcción y mantenimiento
de cisternas de captación y
almacenamiento de agua de lluvia

Cisternas de 16 mil litros



Observatorio de la Sostenibilidad
Red Latinoamérica

Foto portada: ACICAFOC

Centro Alexander von Humboldt
Oficina Central
Semáforos del Colonial 2 c. al oeste y 2 c. al norte
Managua Nicaragua
Tels. (505) 2250-6454 y 2249-8922

Impresión: 2,000 ejemplares
mayo 2009

Textos:
Alvaro Rodríguez
ACICAFOC

Imágenes:
ACICAFOC

Edición:
Giovanna Rodríguez Padilla
Libby Canales

Supervisión:
Amado Ordoñez y Libby Canales

**Se agradece el especial apoyo
recibido por IBIS CAM para la
producción y reproducción
de este documento.**

**Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra,
hacer obras diversas, Bajo las condiciones siguiente:**

- 1- Debe reconocer los créditos de la obra de la manera específica por el autor el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tienen su apoyo o apoyan el uso que hacen de su obra.
- 2- No puede usar esta obra para fines comerciales.
- 3- Compartir bajo la misma licencia. Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.
 - Al reutilizar o distribuir la obra tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de ésta obra.
 - Algunas de estas condiciones pueden no aplicarse si se obtienen en permiso del titular de los derechos de autor.
 - Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.

Índice

1. Presentación	5
2. Introducción	7
3. Pasos para la construcción de un sistema de cosecha de agua de lluvia con cisternas de concreto	
3.1 ¿Cómo se elige el lugar para la ubicación de la cisterna?.....	9
3.2 Cotización y compra de materiales para la construcción de un sistema de cosecha de agua de lluvia con cisternas de concreto	10
3.3 Demarcación del Predio.....	11
3.4 Fabricación de moldes para construir las placas, tejas y parales que formarán la cisterna.....	12
3.5 Construcción de la Base de la Cisterna.....	13
3.6 Colocación de las placas	15
3.7 Impermiabilizar.....	16
3.8 Construcción del techo.....	17
3.9 Colocación de las placas del techo.....	17
3.10 Construcción del Canal.....	19
3.11 Bomba Hondu Flexi.....	20
4. Potabilización del Agua	21
5. Operación y Mantenimiento de Cisterna	23





1-*Presentación*

Utilizar esta guía permitirá conocer los pasos para recolectar y aprovechar el agua de lluvia.

En el marco de las acciones llevadas a cabo en el proyecto “Incidencia en el diseño y aplicación de políticas y estrategias para la prevención y mitigación de desastres ante el Cambio Climático y la Degradación Ambiental” que es ejecutado por el Observatorio de la Sostenibilidad, Red Latinoamericana, conformada por Centro Alexander Von Humboldt de Nicaragua, Fundación Solar de Guatemala, y la plataforma regional Asociación Campesina e Indígena Centroamericana de Agroforestería Comunitaria (ACICAFOC), se contempló la elaboración de Guías Orientadoras en los Temas de Gestión de Riesgo, Energías Renovables y Cosecha de Agua de Lluvia, con el propósito de direccionar al público lector sobre medidas de adaptación que pueden ser utilizadas para enfrentar los impactos del cambio climático en los países de Centro América.

Esta guía ha sido pensada para facilitar la información necesaria para la construcción de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia para consumo humano a través de cisternas.

Aquí se describen los pasos más importantes a tomar en cuenta para la correcta instalación y manejo del sistema de recolección de agua de lluvia que incluye



desde la selección del sitio para la construcción de la cisterna, hasta la organización de la población beneficiada, quienes construyen un plan operativo para el mantenimiento de estas.

La Red SUSWATCH con apoyo de IBIS CAM e HIVOS, realiza esta publicación con el objetivo de que pueda ser utilizada como material de consulta para poblaciones afectadas por los efectos de la sequía.

2-Introducción



Instalación de las canaletas de zinc en el techo de una casa.

2.1-¿En qué consiste la cosecha de agua de lluvia?

Cosechar agua de lluvia es una alternativa de abastecimiento de agua que se ha utilizado desde tiempos ancestrales en diferentes partes del mundo, en especial en aquellas poblaciones que conviven con los efectos de la falta de agua para sus actividades cotidianas.

Un sistema de cosecha de agua de lluvia está compuesto por los siguientes elementos: Área de captación (Techo), sistema de conducción (Canaletas), sistema de

almacenamiento (Cisternas), sistema de bombeo de agua y sistema de potabilización del agua (Cloración).

El agua de lluvia puede ser usada tanto para satisfacer las necesidades básicas de consumo humano como para el uso productivo, por lo que es importante tomar en cuenta que en el diseño del sistema de cosecha de agua de lluvia se tienen que calcular la demanda de la población que será beneficiada o la demanda del uso productivo al que se destine el agua captada.

En el cálculo de la demanda se debe prestar especial atención a la cantidad de precipitaciones que caen en los

meses de época lluviosa y calcular una precipitación neta anual, ya que ésto junto con el área de captación disponible nos permitirá realizar el cálculo de agua que debemos almacenar para satisfacer la demanda calculada.

Según datos publicados por investigadores del colegio de postgraduados en México, se ha calculado que por cada milímetro de agua que caiga en un m^2 de área de captación (Techo) existe un potencial de captar 1 Lt de agua. Esto resulta muy útil al momento de calcular cuales deben ser las dimensiones del sistema de almacenamiento del agua de lluvia en dependencia de lo anterior.

En este documento se da a conocer la experiencia que la Red SUSWATCH obtuvo con el trabajo y apoyo de la Asociación de Juntas Hondureñas de Agua (AHJASA), quién ha llevado a cabo la construcción de cisternas de concreto con capacidad para almacenar 16,000 litros de agua y que actualmente se encuentra siendo replicada en otros países de Centroamérica, sin embargo es importante señalar que existen métodos de almacenamiento de agua de lluvia.

3-Pasos para la construcción de un sistema de cosecha de agua de lluvia con cisternas de concreto

3.1. ¿Cómo se elige el lugar para la ubicación de la cisterna?

Uno de los parámetros más importantes para la construcción de la cisterna es que pueda ser construida a una distancia no mayor de 3 mts de la vivienda, tratando de no ubicarla cerca de letrinas.

Es recomendable construir la cisterna cuando se acercan los periodos lluviosos o en lugares con acceso a abundante agua apta para consumo, ya que se necesita llenar la cisterna al menos en un periodo crítico de cuatro días después de construida para evitar grietas en el concreto.

Además debe ser tomado en cuenta, la disponibilidad de vías de acceso al lugar de construcción, ya que esto podría significar que nuestros costos se eleven debido al traslado de materiales. Asimismo, la cercanía de la compra de materias primas puede ayudar a disminuir costos.

La disponibilidad de participación de la comunidad en la construcción y mantenimiento de la cisterna es un factor clave para la selección del sitio.

3.2. Cotización y compra de materiales para la construcción de un sistema de cosecha de agua de lluvia con cisternas de concreto

La lista de materiales a cotizar y comprar para la construcción de una cisterna con su sistema de conducción del agua con capacidad de almacenamiento de 16, 000 litros (76 barriles) se detalla a continuación:



Sistema de Almacenamiento (Cisternas)

Bolsas de cemento	30
Varilla lisa de 1/4" (varilla de 6 mts)	38 Varillas
Cedazo de metal de 5*5	1 pieza
Bolsa de cal dolomítica	50 lbs
Alambre galvanizado N°12	30 Lbs.
Clavos (2 ½ pulgadas)	2 Lbs
Alambre de amarre	3 Lbs
Candado	1
Galón de impermeabilizante	1
Esponja de pulir	1
Manguera negra de 1 pulgada	15 yardas
Lata de pega de PVC	1 lata
Tapa de barril metálico	1 tapa

Sistema de Conducción (canaletas y tuberías de conducción)

Varilla de hierro corrugada de 3/8" 7.5	1 Varilla
Tubo PVC 3" (drenaje) (6 mts)	1 tubo
Codos lisos de PVC 3" X 90 de drenaje	2
Lámina de Zinc lisa de 12 pies x 3 calibre 26	1 hoja
Yarda de malla fina	1 yarda

En un proyecto comunitario de cosecha de agua de lluvia la comunidad debe comprometerse a proporcionar los siguientes materiales:

Lista de Materiales de Aporte Comunitario

Arena de río	5 m ³
Grava de río	3 m ³
Piedra de río	1 m ³
Excavación del hoyo (1 mt de profundidad)	1 hombre x 10 días
Ayudantes	2 x 10 días
Alimentación Albañil	10 x 1 hombres
Alimentación ayudantes de albañil	10 x 2 hombres

Se ha calculado que el costo total aproximado para la construcción de todo el sistema de cosecha de agua es de 1, 300 dólares, sin embargo este podría variar dependiendo de las condiciones específicas de cada lugar y proyecto.

3.3. Demarcación del Predio

Una vez seleccionado el predio donde se construirá la cisterna, se procede con la demarcación del terreno. Para realizar esta actividad se usa una cuerda de 2.5 mts para medir el radio del hueco que hay que excavar a un metro de profundidad, y con la ayuda de un trozo de madera se marca la circunferencia de 5 metros de contorno para guiar la excavación del hoyo. En este proceso se debe contar con la colaboración de la comunidad beneficiada para la apertura del hoyo.



Proceso de demarcación y excavación del hoyo.

3.4. Fabricación de moldes para construir las placas, tejas y parales que formarán la cisterna

Para elaborar las piezas con las que se construirán las paredes y el techo de las cisternas se elaboran moldes de madera para cada tipo de pieza.

Una vez construidos los moldes se procede a limpiar el terreno en donde se construirán las respectivas piezas y se recomienda que dicha superficie deba ser plana y cubrirla con arena fina para la fácil manipulación de las placas y evitar que se quiebren al



Moldes para la construcción de las placas y tejas

momento de levantarlas y acelerar el secado.

Para la construcción de las placas es necesario usar la siguiente proporción de material:

2 ½ carretillada de arena
1 bolsa de cemento
½ carretillada de grava fina
Moldes de madera

Una vez elaborados los moldes se debe vaciar en ellos la mezcla de cemento, esperar que esta se condense y retirar el molde, esperar el tiempo adecuado para el secado.

a. Placas

Se utilizan 26 placas por hilada y un total de 5 hiladas por cisterna para un total de 130 placas, las cuales formarán la pared de la



Elaboración de las placas de la cisterna.

cisterna. La medida de las placas es de 40 cm* 36 cm y el molde se fabrica preferiblemente con madera de pino .

b. Parales

Estos parales sirven para armar el techo de la cisterna y se utiliza un total de 26 parales siendo la sección de 3" de ancho x 2" de alto con 1.75 mts de largo.



Tejas del techo de la cisterna

c. Tejas del techo

El total de tejas utilizadas es de 26 y las dimensiones de esta son de largo 1.5 mts x 0.50 mts de ancho.

3.5. Construcción de la Base de la Cisterna

Para la construcción de la base se debe hacer una especie de telaraña de hierro fuera del hoyo, la cual debe ser preparada en terreno plano y proceder a realizar las uniones con alambre de amarre, en donde ya quedará la cisterna definitivamente.

Los pasos para armar la telaraña de hierro son los siguientes:

- Elaborar un círculo con varillas de $\frac{1}{4}$ " y de 1.78 mts de radio.
- Cortar 13 pedazos de varilla de $\frac{1}{4}$ con 1.90 mts de largo y hacerles un ángulo en un extremo de 30 cm.
- Colocar las varillas con el ángulo hacia arriba cada 80 cm y amarrar todas las varillas en el momento.
- Construir un círculo de 60 cm de diámetro con varilla de $\frac{1}{4}$ para





Telaraña de hierro que funciona como base de la cisterna

utilizarlo como centro de la base y amarrar los pedazos de varilla de 1.9 mts con el círculo principal

- Hacer 3 círculos con espacios de 40 cm cada uno, comenzando con el más grande con varillas de 1/4 .

Una vez finalizada la telaraña de hierro se coloca en el centro del hoyo que ha sido excavado por la comunidad y se inicia el proceso de rellenado con una capa de concreto de 10 cm tratando de levantar la base para que quede al centro de la capa de concreto como se muestra en la figura a continuación:



Construcción de capa de concreto de la base de la cisterna

3.6. Colocación de las placas

Pasos para la colocación de las placas

- El proceso de colocación de las placas se realiza una vez la base se ha secado y la guía para colocar las placas la constituyen los bastones de las varillas que surgen de la capa de concreto previamente realizada.
- Se debe de colocar 2 placas por cada espacio entre cada bastón y en total se deben de colocar 26 placas por cada fila.
- Después de colocar la primera hilada de placas se puede iniciar la colocación de una segunda línea. Posteriormente se debe esperar solamente un espacio de tiempo de 45 minutos aproximadamente si hay suficiente sol para continuar con la segunda tanda de dos líneas de placas y así sucesivamente.



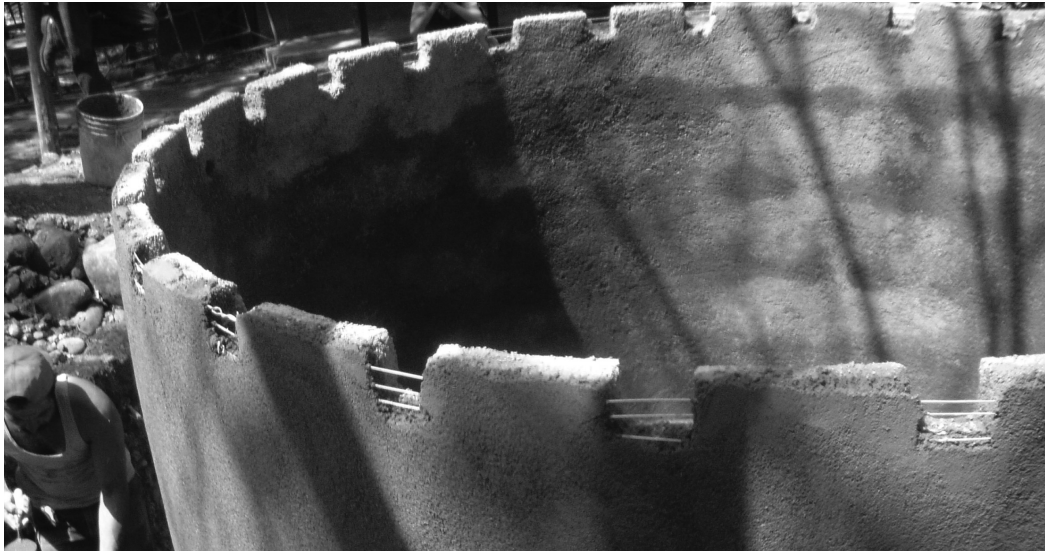
Colocación de la primera hilada de placas

- El siguiente paso consiste en colocar alambre galvanizado N° 12 alrededor de las paredes a una distancia de 10 cm de cada hilo. En cada placa deben ir instalados.
- El amarre del alambre se debe hacer torciendo las puntas de cada uno de los extremos y para que los hilos puedan quedar bien templados se deben hacer ajustes, torciendo el hilo en otros extremos hasta que pueda quedar totalmente templado, hilo por hilo.



Primera etapa de colocación de hilos de alambre galvanizado

- La primera etapa de colocación de hilos debe alcanzar un metro de altura, la cual debe ser inmediatamente repellada por la parte de afuera y también codaleada con mezcla de una proporción de 5 carretillas por dos bolsas de cemento.
- La segunda etapa de colocación de hilos debe alcanzar el siguiente metro de altura, la cual debe ser inmediatamente repellada por fuera la igual que en la primera etapa.



Ultimas tres líneas de alambre en la parte superior

- En la última hilada, cada placa lleva un corte de 10x10 cm y se le debe de colocar 3 líneas de alambre galvanizado que hacen la función de vigas de concreto.
- **Las proporciones para repellar cada etapa de las cisternas son:**

Repello exterior= Por cada bolsa de cemento agregar 4 carretillas de arena

Repello interior = Por cada bolsa de cemento agregar 2 carretillas de arena

Pegado de placas= Por cada bolsa de cemento agregar 2 1/2 carretillas de arena

Pegado de placas del techo= Por cada bolsa de cemento agregar 2 1/2 carretillas de arena.

3.7. Impermiabilizar

- Para impermeabilizar, después de haber repellido, pasar una regla y esponjear con una mezcla de agua y cemento, la cual se aplica con una brocha grande, también se puede utilizar una escoba.
- Después de haber esperado un mínimo de media hora, se hace una mezcla con mayor concentración que la primera y se aplica como se hizo en la primera ocasión (se aplica de manera horizontal).
- La última aplicación posee una concentración mayor, cada aplicación se realiza después de haberse secado la anterior aplicación.
- Además se debe impermeabilizar el piso, por lo que junto a la pared se debe hacer un talud de 2 cm de espesor en el contorno de la pared. El piso debe ser previamente limpiado con una escoba. Tanto el piso de la cisterna como la pared deben recibir el mismo tratamiento.

3.8. Construcción del techo

- El albañil debe llenar nuevamente el agujero alrededor de la cisterna, dejando un talud de 50 cm de altura.
- Se debe colocar en el centro un palo de forma vertical y sobre el mismo palo, se coloca una tapadera de barril metálico de 55 galones.



Construcción del techo de la cisterna

- Seguidamente se debe fijar con cuatro palos llamados “pie de amigo” para sostener la tapadera en la parte superior.
- El palo central además debe ser fijado con otro horizontal colocado diametralmente sobre las paredes de la cisterna, el cual sirve para apoyarse al momento de instalar el techo.
- Los parales que serán colocadas deberán ser levantados con cuidado y limpiados con una brocha. Se debe amarrar las puntas de las columnas del techo con alambre galvanizado con cinco vueltas alrededor de todas ellas, utilizando los ganchos de las columnas.

3.9. Colocación de las placas del techo

- Se inicia en la parte superior del techo dejando un pequeño espacio

entre las tejas donde pueda ponerse la mezcla de la liga. Además se debe dejar un espacio donde se colocará la ventana de inspección, la cual se coloca en sentido contrario de la ubicación de la casa.

- El agujero donde se coloca el tubo para recibir el agua debe quedar en sentido contrario a la ventana de inspección.



Ventana de inspección antes de la unión de las tejas del techo



- El tubo donde se coloca la bomba hondu flexi, se coloca entre la ventana de inspección y el tubo de entrada del agua.
- Posteriormente se procede a rellenar el espacio libre, dejando al final un talud de 30 cm, usando una manguera de uso agrícola de ½ pulg ubicada a 30 cms abajo del borde de la cisterna.



Cisterna lista para ser conectada a las canaletas.

3.10. Construcción del Canal



Construcción del canal

- Se requiere una lámina lisa de zinc de 12 pies x 3 calibre 26. La lámina se parte en tres a lo largo de la misma, quedando cada una de 30 cm de ancho.
- Se hacen dobleces con un molde, dejando 15 cm de servicio de canal. Se dobla para cerrar los extremos traslapando las alas.
- Se coloca un codo 10 cm hacia el centro de uno de los extremos y se dibuja la circunferencia. Con un cincel se parte en cruz sin tocar la línea del círculo.
- Después de hacer la cruz se hacen cortes en forma cónica hacia adentro.
- Meter los puntos de la lámina cortada dentro del codo de 3 pulg potable.

3.11. Bomba Hondu Flexi

La bomba hondu-flexi es la bomba de presión, que nos permite succionar o extraer el agua de la cisterna y su construcción y mantenimiento es tan fácil que puede ser elaborada en el mismo predio donde se construye la cisterna y los materiales a usar son los siguientes:

Sistema de bombeo del agua (bomba manual hondu-flexi)

Tee HG ½"	1
Naples de 40 CM ½ Pulg HG	1
Naples de 15 CM ½ Pulg HG	1
CODO ½ x 90 HG	1
Tapon con rosca ½ HG	1
Naple ½ 120 CM	1
Camisa hembra de ½ PVC con rosca en una punta	3
Camisa hembra de 2 PVC con rosca en una punta	1
Adaptador macho de ½ PVC	3
Reductor PVC 2 a 1 con rosca afuera	1
Tubo de PVC 2"	2 mts
Tubo de PVC 1"	2mts
Camisa de 2 pulgadas con rosca en una punta	1
Empaque de 1/2 pulg hecho a mano con hule de llanta	1
Canicas	2
Teflón	1

Funcionamiento de la bomba hondu-flexi

Tomamos el maneral y los halamos hacia arriba a la altura del pecho, con ese movimiento se ha succionado el agua y hemos llenado el tubo de 1 pulg, seguidamente presionamos el maneral hacia abajo y luego hacia arriba esto permite que entre el agua al tubo y salga hacia afuera de la cisterna, estos movimientos son constantes mientras dure la succión de agua que necesitamos.



4-Potabilización del Agua

Una vez construida la cisterna se debe proceder con el llenado de la misma, y se recomienda que la construcción coincida con la entrada del invierno, así se protegerá la cisterna de posibles daños físicos como grietas. Es importante tomar en cuenta que no se debe llenar con las primeras lluvias ya que estas se usan para el lavado de los techos.

Antes del llenado de las cisternas debe de desinfectarse la cisterna con una solución de cloro de 16 cucharadas grandes (4.68 onz) de cloro granulado en 20 lts de agua y después rociarla por la paredes de la cisterna, nunca debe hacerse el lavado de las cisternas con detergente, jabón o shampoo ya que contaminaríamos la cisterna.

Para poder comenzar a consumir el agua almacenada se debe pasar por un proceso de potabilización del agua, así será apta para consumo. El método más recomendado para la potabilización de la cisterna es la **cloración**, ya que el agua procedente de los techos sólo se contamina por microorganismo como bacterias las cuales pueden ser eliminadas por la acción del cloro.

En la siguiente tabla se detalla la cantidad de cloro necesario para mantener las concentraciones en un nivel apto para el consumo. El monitoreo para medir las concentraciones de cloro debe hacerse cada 7 días, ya que el cloro va perdiendo su concentración y esto se hace mediante el uso de reactivos.

Tabla de cloración para cisternas de captación de agua de lluvia

Nivel de agua	Volumen de agua			Cantidad de cloro		Cucharadas de cloro	Días de cloración/concentración											
	Gnes	Barriles	Lts	Gramos	Onzas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cisterna Llena	4,227	76	16,000	75	4.68	15	1.0 Mg/Lt	0.8 Mg/Lt	0.5 Mg/Lt	0.2 Mg/Lt								
Cisterna $\frac{3}{4}$	3,170	57	12,000	33.7	3.51	11												
Cisterna $\frac{1}{2}$	2,114	38	8,000	22.5	2.34	8												
Cisterna $\frac{1}{4}$	1,056	19	4,000	11.2	1.17	4												

Observaciones

A los 12-14 días la concentración de cloro es de 0.2 Mg/Lt o ppm

5-Operación y Mantenimiento de Cisterna

Para la operación y mantenimiento de la cisterna se debe contar con la participación de la comunidad, y para esto es necesario que la misma comunidad se organice en sus respectivas formas de organización local en el sitio donde se construyó la cisterna.

Algunos ejemplos de organización local son las juntas de agua en Honduras y los comités de agua potable en Nicaragua. Una de las principales funciones de estos es construir un plan operativo de mantenimiento y funcionamiento de las cisternas con todos los integrantes de la comunidad.

Dicho plan debe incluir el cálculo de una tarifa comunitaria basada en los gastos en que se incurren para llevar a cabo las actividades del plan operativo, dicha tarifa debe ser aceptada por la comunidad ya que sólo de esa manera se podrá crear sistemas de agua potables sostenibles con participación de la comunidad.

Se sugiere el uso de la siguiente plantilla para elaborar el plan operativo de un sistema de cosecha de agua de lluvia con capacidad de almacenar 16,000 litros de agua.

Plan Operativo Anual para la Sostenibilidad de la Cisterna de Captación de Agua de Lluvia

AREA	ACTIVIDAD	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Operación, mantenimiento y calidad de agua en la cisterna	Cercado de predio																												
	Limpieza del predio																												
	Adornamiento con plantas ornamentales																												
	Encalado																												
	Desinfección																												
	Cloración																												
	Monitoreo																												
CAPACI- TACION	Capacitación																												
	Manejo de registros contables																												
	Revisión y cálculo de tarifa																												
	Movilización de directivos																												
ORGANIZACION	Organización del Comité																												
	Reestructuración del Comité																												
	Reuniones ordinarias del comité																												
	Reuniones extraordinarias del Comité																												
	Reuniones ordinarias comarcales																												
	Incorporación de la organización																												
	Evaluación de resultados																												
	Planificación del plan 2010																												
Total																													

