

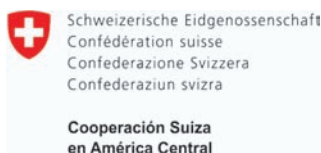
Guía para elaborar e implementar planes modelos para la protección de fuentes y áreas de recarga para operadores comunitarios



SISTEMA DE LA INTEGRACIÓN CENTROAMERICANA
FORO CENTROAMERICANO Y REPUBLICA DOMINICANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
PRESIDENCIA PRO TEMPORE – REPÚBLICA DOMINICANA 2018



Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento (FOCARD-APS)
Oficina Regional SICA / FOCARD-APS
Todos los Derechos Reservados



Guía para elaborar e implementar planes modelos para la protección de fuentes y áreas de recarga para operadores comunitarios

SISTEMA DE LA INTEGRACIÓN CENTROAMERICANA
FORO CENTROAMERICANO Y REPUBLICA DOMINICANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
PRESIDENCIA PRO TEMPORE – REPÚBLICA DOMINICANA 2018

Marzo 2018

Contenido

Presentación	3
Introducción	4
I. Generalidades	6
Características generales de las fuentes	7
Principales problemas.....	8
II. Guía para elaborar e implementar planes modelos para la protección de fuentes y áreas de recarga para operadores comunitarias.....	11
Fase 1. Concepción del Plan.....	13
Fase 2. Socialización del Plan.....	15
Fase 3. Implementación del Plan	17
III. Anexos	27
Formato Base de Datos.....	28
Formato Plan de Trabajo	30
Formulario de caracterización del entorno	32
Manual para identificar zonas de recarga hídrica.....	34
Formulario de constancia de actividades.....	42
Temas para taller inicial de sensibilización	44
Glosario de términos.....	45

Presentación

El Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento FOCARD-APS es un mecanismo de la institucionalidad regional que agrupa a todas las instituciones rectoras de los servicios de agua potable y saneamiento de los países de Centroamérica y República Dominicana, el cual se establece bajo el marco del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), por Declaración de los Jefes de Estado y de Gobierno de los países del SICA, de fecha 30 de junio de 2005.

El FOCARD-APS ha asumido como principal marco de desarrollo las metas establecidas en la Cumbre de Desarrollo Sostenible, que se llevó a cabo recientemente en septiembre de 2015, en la cual los Estados Miembros de la ONU aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático, en su parte relativa al objetivo 6 Agua limpia y Saneamiento, la cual tiene por objetivo: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”.

El Grupo Temático Regional Modelos de Gestión Rural (GTR-MGR) impulsa una serie de acciones para mejorar la prestación de los servicios de agua potable y sistemas de saneamiento comunitarios, que generalmente son administrados y operados por organizaciones comunitarias de servicios de agua y saneamiento (OCSAS), a través de los diferentes modelos que existen en Centroamérica y República Dominicana; asimismo, atendiendo a la Declaración para el reconocimiento y atención de los efectos del Cambio Climático en los Sistemas de Agua Potable en la región de los países miembro del SICA dada el 12 de mayo 2017 en El Salvador, presenta

la *“Guía para elaborar e implementar planes modelos para la protección de fuentes y áreas de recarga para operadores comunitarios”*, la cual constituye una herramienta para enfrentar los efectos derivados del cambio climático y de las actividades antrópicas, en las fuentes y zonas de recarga de los sistemas de agua potable comunitarios.

Esta guía se circunscribe dentro de las actividades desarrolladas por el FOCARD-APS como parte del Proyecto de “Fortalecimiento Institucional del FOCARD-APS, Plan de Trabajo Bianual 2016-2017” contando con el apoyo de la Cooperación Suiza para Centroamérica (COSUDE).

El documento ha sido constituido en tres secciones:

- I. **Generalidades:** Se plantea el contexto que ha dado inicio al desarrollo de esta herramienta, los objetivos y su alcance. Además, se añade una descripción general de las principales fuentes de abastecimiento utilizadas en los sistemas comunitarios de la región del FOCARD-APS y sus amenazas
- II. **Guía:** Desglosa paso por paso el desarrollo de cada una de las fases y actividades requeridas para elaborar y ejecutar un plan de protección de fuentes de agua y zonas de recarga
- III. **Anexos:** Es el complemento de la guía, el mismo inicia con la presentación de los formatos y herramientas que serán empleados durante la implementación del plan e incluye guía de temas para capacitación en la fase de socialización

Grupo Temático Regional
Modelos de Gestión Rural

Introducción



Actualmente es una realidad el hecho de que las condiciones climáticas comúnmente conocidas han cambiado; este panorama afecta de manera directa a los sistemas de abastecimiento de agua potable, incidiendo tanto en la calidad y cantidad del recurso hídrico, como en la funcionalidad de las estructuras que los conforman.

El presente documento titulado *“Guía para elaborar e implementar planes modelos para la protección de fuentes y áreas de recarga para operadores comunitarios”* constituye una herramienta para enfrentar los efectos derivados del cambio climático y de las actividades antrópicas, en las fuentes y zonas de recarga de los sistemas de agua potable comunitarios.

El objetivo primordial de la guía está enfocado en alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de agua comunitarios mediante la integración participativa de todos los actores involucrados en la gestión del agua potable y protección del medio ambiente.

Los objetivos específicos de la misma son los siguientes:

- Identificar e involucrar a los actores claves en el sector de provisión y preservación del recurso agua, creando una relación de cooperación entre las instituciones y la comunidad.
- Contribuir con la preservación de las fuentes de agua, y a su vez con la resiliencia de los sistemas comunitarios ante el cambio climático y la actividad humana.
- Fomentar normas para la reducción del riesgo y vulnerabilidad de los sistemas.
- Promover la sostenibilidad del servicio de agua potable en sistemas comunitarios.

La guía está dirigida a personal técnico-operativo del sector agua potable, recurso hídrico y Medio Ambiente, y se enfoca en la presentación de las pautas necesarias que se deben seguir para la protección de las fuentes y zonas de recarga de los sistemas comunitarios de los países miembro del FOCARD-APS, por tal razón las actividades propuestas están orientadas a atender los factores de riesgo que prevalecen en estos países. También se incluye una tabla resumen conteniendo los principales problemas que afectan las fuentes de agua y zonas de recarga derivados de fenómenos naturales, actividad antrópica y el cambio climático en dichos estados.

Se presenta un capítulo denominado Generalidades en el que se presentan las características de las fuentes de agua más comunes utilizadas en los países del FOCARD-APS y los principales problemas que afrontan las fuentes de agua y sus zonas de recarga.

El desarrollo de la Guía se realiza en tres fases: Concepción, socialización e implementación del Plan. Las actividades a desarrollar se han expuesto de forma llana y sencilla considerando que los actores principales de la ejecución son los comunitarios que operan y gestionan los acueductos.

Finalmente, se presentan en Anexos formatos útiles para la elaboración del Plan y manejo de la información, así como información para los planes de capacitación.

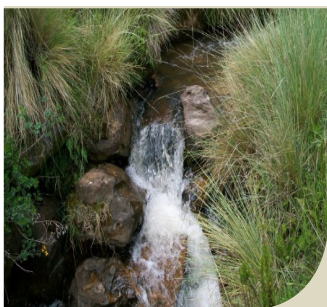
Para el desarrollo de la Guía, se realizaron talleres nacionales, para que técnicos y operadores comunitarios pudieran incorporar sus aportes.

I. Generalidades



Características generales de las fuentes más comunes utilizadas por los sistemas de abastecimiento comunitarios de la región FOCARD-APS.

Los sistemas comunitarios de agua potable por lo regular se abastecen de fuentes primarias: superficiales (ríos, arroyos) y subterráneas (manantiales y mediante pozos). Cada una de estas presenta características distintas y por lo tanto están expuestas de manera diferente a los riesgos antrópicos o naturales.



Fuentes superficiales

Las fuentes superficiales como ríos o arroyos, tal como su nombre lo indica, son cuerpos de agua que se encuentran sobre la superficie del suelo. Estas son las fuentes más vulnerables utilizadas para el abastecimiento, ya que son afectadas directamente por los efectos naturales y antrópicos. Esta realidad es tal, que en la concepción de proyectos de abastecimiento comúnmente se aplica el principio de que si la fuente a utilizar es superficial debe considerarse afectada por contaminación previendo de esta manera todos los riesgos a los que están expuestos estos tipos de fuente.



Fuentes subterráneas

Este tipo de fuente podría considerarse la menos vulnerable a los efectos antrópicos y naturales al encontrarse el agua bajo la superficie del terreno, no obstante, la creciente actividad agrícola utilizando fertilizantes, el aumento de la demanda produciendo la sobreexplotación, y el mal manejo de los desechos sólidos han provocado que estos cuerpos de agua corran igual y en ocasiones mayor riesgo que los demás tipos de fuente. Su característica principal de encontrarse bajo el subsuelo le confiere cierto grado de protección, pero no la exceptúa de las amenazas. Entre estas fuentes se encuentran también los manantiales.

Los manantiales son considerados unas las fuentes de agua más óptimas para el uso de las personas, esto debido principalmente porque para aflorar a la superficie, el agua debe recorrer cierta distancia atravesando distintos tipos de suelos, roca y/o sedimentos, y esto le permite obtener propiedades mineralógicas según el material con que tenga contacto y experimentar un filtrado natural.

Las características generales aquí expuestas, de los diferentes tipos de fuente y las principales amenazas que enfrentan, atienden a los aspectos más comunes y frecuentes en los países miembros del FOCARD-APS.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los porcentajes de la población rural de acuerdo con el tipo de fuente de agua potable que se utiliza en los países del FOCARD-APS.

Cuadro 1. Porcentaje de población rural según utilización de fuentes de agua en países del FOCARD-APS

Tipo de Fuente de AP		PAÍS (*)						
		CR	ES	GUA	HON	NIC	PAN	RD
MEJORADA (%)	 Conexión de agua corriente en la vivienda, parcela, jardín o patio del usuario.	92	87	87	84	69	89	82
	 Fuentes de agua pública, pozos entubados o pozos de sondeo, pozos excavados protegidos, manantiales protegidos, captación de agua de lluvia.	92	87	87	84	69	89	82
NO MEJORADA (%)	 Pozos excavados no protegidos, manantiales no protegidos, carretas con un pequeño depósito o bidón, camiones cisterna, agua embotellada	3	1	6	13	25	6	14
	 Ríos, represas, lagos, estanques, arroyos, canales, canales de riego.	5	12	7	3	6	5	4

PAÍS (*): C.R.: Costa Rica; E.S.: El Salvador; GUA: Guatemala; HON: Honduras; NIC: Nicaragua; PAN: Panamá; R.D.: República Dominicana. Fuente: Mejía, A., Castillo, O., Vera, R., & Arroyo, V. (2016, Mayo). Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina. CAF. WB.Pp70 y 303.

Principales problemas que enfrentan las fuentes de agua y zonas de recarga de la región. Causas, efectos y medidas de mitigación

La región del FOCARD-APS compuesta por los países de Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, se ha visto, y se ve, afectada por diversos fenómenos naturales. El cambio climático por su parte se ha hecho sentir de manera acelerada y contundente teniendo como principal factor de incidencia el AGUA, desde diferentes aspectos y en grandes magnitudes, provocando tanto lluvias extremas, como largos períodos de sequía, lo cual ha generado un aumento de vulnerabi-

lidad en las fuentes de agua y zonas de recarga. No obstante, a este panorama, las actividades antrópicas están sometiendo cada vez a mayor estrés los cuerpos de agua que suplen a los sistemas de abastecimiento, debido al aumento de la demanda y también a las prácticas indiscriminadas que se convierten en focos de contaminación y degradación del recurso.

El cuadro siguiente muestra los principales fenómenos naturales, actividades humanas y efectos del cambio

climático que afectan a las fuentes de agua y zonas de recarga de los acueductos comunitarios de la región, exponiendo los efectos que provocan. Los aspectos de la columna de Mitigación ha sido un aporte del taller de socialización del guía realizado en Tegucigalpa.

Las actividades que se proponen en la presente guía van encaminadas a estos efectos.

Cuadro 2. Amenazas a las fuentes de agua y zonas de recarga. Causas, efectos y mitigación

AMENAZA	CAUSA	EFEECTO	MITIGACIÓN
Sequía	Cambio climático	Disminución de caudales disponibles	Reforestación, obras de contención sobre el cauce.
Huracanas	Natural	Sedimentación, deterioro de la calidad del agua.	Cobertura de laderas.
Erupción volcánica	Natural	Modificación la calidad del agua. Deterioro de zonas de recarga. Contaminación de los cuerpos de agua.	De ser posible plan de recuperación mediante limpieza del material volcánico, o búsqueda de fuente alterna.
Terremotos	Natural	Modificación de la calidad del agua, cambio del punto de salida de los manantiales, disminución de caudal en acuíferos.	Fuentes alternas de abastecimiento.
Precipitaciones abundantes	Cambio climático	Aumento de la turbidez y sedimentación, arrastre de contaminante, modificación de la calidad del agua.	Mejorar cobertura vegetal, prácticas agrícolas favorables.
Deslizamientos	Natural	Contaminación del aguas superficiales.	Creación de barreras naturales y/o artificiales.
Inundaciones	Cambio Climático	Contaminación del agua.	Identificación de zonas inundables, construcción de drenajes naturales (zanjas) donde sea posible
Hacinamiento y asentamientos informales	Antrópica	Sobreexplotación, contaminación.	Ordenamiento territorial, delimitación de cuencas.
Cambio de uso de suelo	Antrópica	Contaminación, modificación de la capacidad de infiltración.	Delimitar zonas para cultivo, regular las construcciones, declara zonas protegidas.

AMENAZA	CAUSA	EFFECTO	MITIGACIÓN
Letrinización	Antrópica	Contaminación.	Regular la construcción de letrinas, capacitar sobre métodos de construcción, impulsar sistemas de saneamiento con otras tecnologías.
Deforestación	Antrópica	Disminución de probabilidad de lluvia, favorece la erosión, disminuye la infiltración.	Prohibición de la tala y quema de árboles.
Agricultura	Antrópica	Contaminación.	Capacitar en cuanto a métodos de agricultura sostenible, delimitar zona de cultivo, utilizar fertilizantes no contaminantes.
Ganadería	Antrópica	Contaminación	Delimitar zona para ganadería en lugar alejado de las fuentes o zonas de recarga.
Vertido de desechos	Antrópica	Contaminación	Regular el manejo de desechos sólidos, sancionar vertidos no controlados, capacitar en el manejo de desechos sólidos, proveer lugar seguro para la disposición final de los desechos sólidos.
Lluvias ácidas	Antrópica	Contaminación	Prohibir la quema de desechos sólidos (basura)



II. “Guía para elaborar e implementar planes para protección de fuentes de agua y sus zonas de recarga para operadores comunitarios”

Contenido de la Guía

Concepción del plan

Fase I.

Concepción del proyecto para Plan de Protección

Trabajo interinstitucional

Creación de Plan de Trabajo para el desarrollo e implementación del plan de protección

Primer contacto con instituciones involucradas

Socialización del plan

Fase II.

Socialización del Proyecto de Protección con la comunidad

Convocatoria y desarrollo de taller de sensibilización

Realización de mapeo de actores

Recepción de aportes y convocatoria a asamblea

Asamblea general comunitaria

Implementación del plan

Fase III.

Implementación del Plan de Protección

Primeros pasos

Lineamientos para protección de fuentes de agua (superficiales y subterráneas)

Lineamientos para protección de zonas de recarga

Fase I. Concepción del proyecto para Plan de Protección

Paso 1

Trabajo interinstitucional

Este primer paso consiste en la recolección de información técnica y de normas legales en temas de protección del recurso hídrico. La búsqueda se delimitará a datos de la zona donde se encuentre la comunidad en que será ejecutado el plan de protección. El objetivo es contar con la base científica, legal e institucional, que de apoyo y sostenibilidad a las acciones que se van a emprender. Se deberán identificar en este proceso las instituciones involucradas y posibles actores clave para la intervención, incluyendo: gobierno local, institución rectora del sector agua potable, institución rectora del medio ambiente y/o recurso hídrico, juntas o comités de agua, centros educativos, ONG's activas en la comunidad, y otros organismos relacionados.

Las informaciones básicas por obtener son las siguientes:

- Población.
- Beneficiarios del sistema de agua potable.
- Aspectos sociales, culturales y creencias religiosas del lugar.
- Lista de gestores comunitarios del agua. En caso de no contar con estas figuras, añadir al plan de trabajo del siguiente paso la creación de un comité.
- Hidrografía de la zona. Ríos, arroyos, manantiales, acuíferos, cauce principal, cuenca, microcuenca.
- Tipo de fuente de abastecimiento. Datos: caudal, estacionalidad, calidad.
- Vegetación.
- Croquis de uso de suelo.
- Tipo de actividades económicas más frecuentes.
- Eventos atmosféricos y naturales más comunes.
- Tipo de clima.
- Tipo de saneamiento utilizado en la comunidad y en la zona en la recarga acuífera y su afluencia.
- Esquema de los componentes del sistema.
- Ubicación o georreferenciación de la fuente.
- Identificación de posible zona de recarga.
- Identificación de Normas y Políticas nacionales o locales, relacionados con la protección del recurso hídrico y otras fuentes alternativas, para su implementación.
- Instituciones gubernamentales o de servicio presentes en la comunidad, relacionadas al sector APS, así como de salud, educación, protección del ambiente y el recurso hídrico.

Estas informaciones serán recolectadas y organizadas en el formato de base de datos del Anexo 1.

Los primeros pasos marcan el camino... Esta primera fase es el cimiento sobre el cual se construirá el plan.



Paso 2

Creación de Plan de Trabajo para el desarrollo e implementación del plan de protección

Atendiendo a las actividades requeridas para la elaboración e implementación del plan, se debe crear un plan de trabajo donde se especifiquen los tiempos para el desarrollo de cada una de estas actividades, el resultado esperado y los responsables. Las actividades corresponden a cada una de las se especifican en este apartado señalizadas como pasos, y las sub actividades

a su vez corresponden a las acciones que se deben llevar a cabo dentro de cada paso a dar.

En el Anexo 2 se suministra un formato de apoyo para la elaboración de dicho plan indicando los tiempos recomendados para su desarrollo.

Figura 1. Formato plan de trabajo

Actividad	Sub-actividad	Duración	Responsable	Objetivo	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Fase I. Concepción del Proyecto de Protección	Recolección y revisión de información	2 semanas	Institución organizadora	1. Crear línea de base 2. Identificar involucrados 3. Programar actividades 4. Delegar funciones					
	Elaboración de plan de trabajo	1 semana	Institución organizadora	Planificar, ordenar y sistematizar las actividades.					
	1era reunión con instituciones involucradas	1 día	Institución organizadora	Crear vínculo de apoyo entre instituciones involucradas.					

Paso 3

Primer contacto con instituciones involucradas

Este primer contacto con las instituciones relacionadas consiste en notificar a los involucrados identificados en la fase anterior, la intención de implementar el proyecto de plan de protección de fuentes de agua y zona de recarga de la comunidad seleccionada. En caso de que la zona a intervenir se encuentre ubicada en un área privada o protegida se procederá a la solicitud de permisos de acuerdo con las normas y/o políticas

pertinentes. También se convocará a una reunión para la presentación del plan de acción donde se plantearán las funciones de apoyo o colaboración de cada institución de acuerdo con sus atribuciones. Por otro lado, se deber establecer en esta primera reunión de involucrados, una fecha para la presentación del plan a la comunidad.

Fase II. Socialización del Proyecto de Protección con la comunidad

Luego de elaborado el plan de trabajo y creada la vinculación con los organismos involucrados se debe pasar al campo de acción.

Todo proyecto que requiera la intervención de las comunidades para su ejecución debe contener un proceso de involucramiento, educación, capacitación y sensibilización de los comunitarios, para lograr por medio de él un empoderamiento que conlleve al desarrollo de acciones sostenibles en el tiempo, lo cual se traduce en éxito. Esta segunda fase persigue ese objetivo.

Paso 1

Convocatoria y desarrollo de taller de sensibilización

(Ver anexo 1.6 Guía de temas sugeridos para el taller)

- a. Convocar a la comunidad para recibir un taller educativo y de sensibilización sobre la importancia de las fuentes de agua y zonas de recarga, y la necesidad de realizar acciones para protegerlas.
- b. El contenido del taller debe enfocarse en la identificación de los tipos de fuente de la comunidad, las distintas actividades que podrían estar afectando su calidad y cantidad, y cuáles son aquellas acciones que se pueden realizar para protegerlos. El taller debe incluir también un enfoque de cuenca donde se expliquen las interrelaciones que hay de las acciones que se realizan, en cuenca alta, cuenca media y cuenca baja.
- c. Luego de expuesto el contenido, se debe pasar a un panel de lluvia de ideas por parte de los participantes para que expongan según lo aprendido, cuál es la condición de las fuentes de la comunidad y que acciones se pueden realizar para protegerlas.
- d. Levantar acta con todas las sugerencias que se expongan.
- e. Establecer fecha para una nueva reunión en la cual se realizará un mapeo de actores y se presentará un borrador de plan de protección con las sugerencias surgidas en el taller de sensibilización.

Paso 2

Realización de mapeo de actores

- a. Identificar en conjunto con los comunitarios aquellas personas que fungen un papel de líder comunitario, miembros de junta administradora de agua, directivos de junta de vecinos, representantes de ONG activas en la zona, miembros del sector salud, personal de centros educativos, y otras personalidades que puedan ejercer un papel activo en la implementación del futuro plan de protección.
- b. Presentar la propuesta del plan de protección de las fuentes de agua y zonas de recarga que suplen el sistema de agua de la comunidad, surgido de las ideas expuestas durante el taller inicial.
- c. Explicar paso por paso en que consiste el plan de protección, y los beneficios que generarían dichas acciones en la comunidad.
- d. Dar a conocer los puestos requeridos para la conformación de un comité que lidere la ejecución del plan de protección. Hay que sugerir que los mismos comunitarios hagan una propuesta sobre posibles candidatos a cada puesto para presentarlos en la siguiente reunión.
- e. Dar conocer cuáles son las instituciones involucradas en el proceso y de qué forma darán apoyo en la intervención.

- f. Entregar a los líderes comunitarios un ejemplar del plan borrador para su revisión y aportes.
- g. Establecer una fecha para la siguiente visita donde se recibirán los aportes y sugerencias realizadas al documento borrador.
- h. Levantar acta de la reunión.
- i. Fomentar el involucramiento de las instituciones de gobierno a lo largo de todo el proceso.

Paso 3

Recepción de aportes y convocatoria a Asamblea

- a. Recibir los aportes y sugerencia de los líderes sobre el plan de protección.
- b. Presentación por parte de la comunidad de los miembros sugeridos para conformar el comité de protección.
- c. Establecer fecha para la asamblea general donde será aprobado el plan definitivo y se quedará establecido el comité oficial.
- d. Entregar material alusivo a la protección de fuentes de agua (volantes, folletos, invitaciones) para convocar a la asamblea general.
- e. Dejar organizada la logística para llevar a cabo la asamblea (local, mobiliario, materiales, etc.).
- f. Levantar acta y lista de participantes.

Paso 4

Asamblea general comunitaria

El objetivo primordial de esta asamblea es presentar a la comunidad el plan de protección que se ha formulado, resaltando que es necesaria la participación activa de los comunitarios para el logro de los objetivos.

- a. Levantar lista de asistentes.
- b. Dar bienvenida y presentar a los representantes de las instituciones involucradas presentes.
- c. Presentar el plan de protección de fuentes de agua y zonas de recarga desarrollado para la comunidad.
- d. Presentar el comité de agua previamente sugerido exponiendo las responsabilidades de cada puesto.
- e. Solicitar aprobación general del plan de protección y el comité.
- f. Dejar establecida agenda para inicio de actividades en campo.
- g. Solicitar voluntarios para el inicio de las actividades (entre 5 a 20, dependiendo la zona a intervenir).
- h. Clausura.
- i. Levantamiento de acta y firma de los miembros del comité.

Fase III Implementación del Plan de Protección

Paso 1

Evaluación del estado actual de la fuente¹

Con los miembros del comité de protección, personal técnico² de la institución organizadora y los voluntarios elegidos, se realizarán visitas a todas las fuentes que se encuentran dentro de las zonas de influencia con la finalidad de identificar las potenciales fuentes de contaminación. En cada posible sitio de fuente de agua visitado realizar las siguientes preguntas a los comunitarios:

- ¿Existe alguien responsable de la fuente u obra de captación?
- ¿Qué usos se le dan al agua?
- ¿Qué actividades se realizan en la zona?
- ¿Se lava ropa o utensilios en la fuente de agua o sus cercanías?
- ¿Qué calidad considera que tiene el agua, puede lavar bien la ropa con ella?
- ¿Qué cantidad de agua estima que se utiliza?
- ¿Hay siempre suficiente agua para los usos que se le dan?
- ¿Los animales beben directamente de la fuente? ¿Por qué?
- ¿Hay letrinas o pozos sépticos cerca de la fuente? ¿Por qué?
- ¿Está próxima la zona de acopio o vertido de residuos sólidos? ¿Dónde?
- ¿Qué ha sucedido con la fuente cuando ocurre algún fenómeno natural? (terremoto, huracán, sequías, erupción de volcán)

- ¿Con que frecuencia se producen estos fenómenos?
- ¿Desaparece la fuente en alguna temporada? ¿Cuándo? ¿Cuánto tiempo?
- ¿Utilizan otras fuentes como alternativa? ¿En qué ocasiones?
- ¿De dónde considera que nace el agua de la fuente?

Paso 2

Determinación de la zona de recarga hídrica y evaluación de su estado actual³

Luego de realizada la visita a la fuente, se procederá a realizar un recorrido por las posibles zonas de recarga en colaboración con los actores locales. Se identificarán lugares que presenten características propias de una zona de recarga hídrica superficial o subterránea:

- Pendiente suave.
- Suelo permeable.
- Identificación de roca porosa.
- Cobertura vegetal.
- Apreciación de usos del suelo que puedan favorecer la infiltración, entre otros.

Se podrá realizar una primera aproximación del valor de estos factores mediante técnicas rudimentarias que pueden realizarse en campo para determinar la posible zona de recarga (ver manual en anexo 1.4).

1. Materiales requeridos para esta actividad: Cámara, mapa impreso en grande de la zona, GPS, hojas, lápiz, kit de prueba de agua in situ, herramientas para la medición del caudal, y formulario de caracterización del entorno (ver Anexo 3).

2. Mínimo 3 técnicos de la institución organizadora, uno para realizar las preguntas, y otros dos para rellenar formulario, localizar la fuente, realizar pruebas y tomar fotografías.

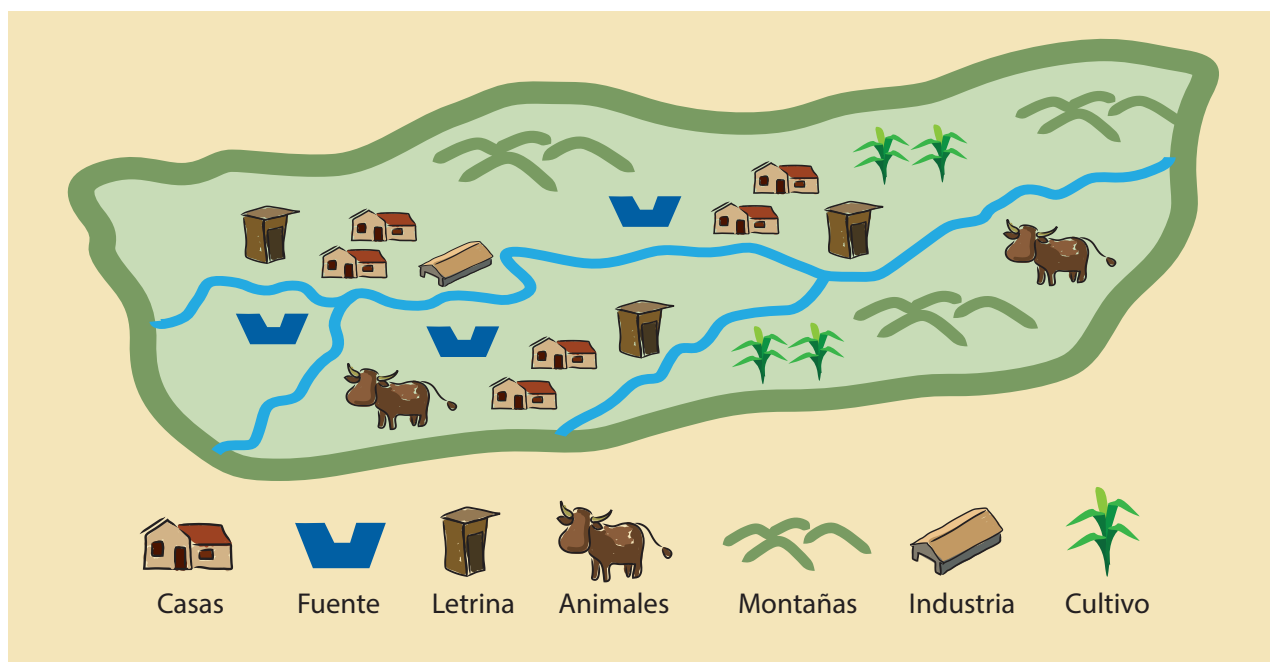
3. Materiales requeridos para esta actividad: Manual de evaluación de zona de recarga, mapa, GPS, lápiz, papel, formulario de caracterización de la zona, cinta métrica.

Paso 3

Confección de mapa comunitario de fuentes de agua, zonas de recarga y posibles fuentes de contaminación.

- Luego de haber hecho el recorrido de identificación, los técnicos en compañía de los comunitarios deben proceder a realizar un mapa bosquejo, donde se ubique la fuente de agua, el área de la zona de recarga y los puntos donde se encuentren posibles fuentes de contaminación. Resaltando las áreas donde se llevará a cabo la intervención.
- Esta actividad se puede realizar de manera participativa de forma que los mismo comunitarios elijan las simbologías que se utilizarán para identificar cada elemento que se encuentre en el mapa.
- Se debe utilizar como base un plano real de la zona para confeccionar el esquema.

Fig. 2 Ejemplo de mapa y simbología. Fuente: Guía comunitaria de salud ambiental Hesperian Health Guide.



Paso 4

Elaborar un informe situacional y plan de acción

- Elaborar un informe situacional. En este paso antes de continuar con las actividades de campo, el técnico encargado del desarrollo del plan de protección deberá elaborar un informe con todos los datos obtenidos, conteniendo además un listado de las acciones más favorables que se pudieran realizar tomando en consideración los lineamientos que se presentan en el siguiente capítulo.
- Confección del plan de acción. Este plan de acción debe ser realizado con la participación de la comunidad, de manera que queden establecidas en consenso, las actividades que se llevarán a cabo. Se sugiere seguir proceso planteado en la FASE II Paso 4 de la presente guía.

Paso 5

Presentación de informe situacional a la comunidad y definición de fecha de inicio de las actividades.

Lineamientos para la protección de fuentes de agua

Pautas a seguir para la protección de fuentes de agua

NOTA: La combinación de estas prácticas se considera efectiva y los resultados pueden ser visibles en el aumento del caudal y mejoramiento de la calidad del agua en un plazo aproximado de 4 años.

Para la preservación y aumento del caudal	Para la preservación y mejoramiento de la calidad
Prohibir el corte de los árboles de la zona de protección de la fuente. Realizar labores de reforestación de especies de la zona basado en un estudio cronológico. Crear un vivero comunitario para favorecer la forestación. Implementar obra civil para mejorar la infiltración (pozos de infiltración, canales, terrazas –cerrados a ambos lados-, gavetas –cajones cúbicos-).	Realizar limpieza de agentes contaminantes de los alrededores del cuerpo de agua. Construir bebederos de animales en un lugar alejado de la fuente en conjunto con los dueños de las propiedades. Construir lavaderos de ropa comunitarios. Prohibir que los animales pasten en la zona. Prohibir y sancionar el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos. Promover el uso de materiales orgánicos no contaminantes. Coordinar con los representantes del gobierno local o instituciones involucradas para gestionar el traslado de los sanitarios que se encuentren próximos a la fuente. Eliminar la práctica de defecación a cielo abierto.
Definir el área de protección de fuentes y zonas de recarga.	
Solicitar a los involucrados la creación de políticas que declaren la zona de la fuente como área protegida.	
Colocar cercas alrededor de la fuente con letrero de advertencia de zona protegida.	
Realizar prácticas de mejoramiento del suelo (ejemplo: promover la utilización de abono, repelentes de insectos y protectores fitosanitarios orgánico, construcción de zanjas para mejorar la infiltración, para esto se sugiere realizar talleres demostrativos para que la comunidad los ponga en práctica, por ejemplo, el compostaje)	
Restringir el cambio de uso de suelo negativo en la zona.	
Control y mantenimiento de la construcción de tanques sépticos y letrinas	
Construcción de barreras naturales y no naturales (vivas y muertas).	
Viabilizar plan de gestión residuos sólidos y su depósito en lugar alejado de la fuente y zona de recarga.	
Prohibir y sancionar la quema de árboles.	
Con el apoyo de las instituciones involucradas realizar monitoreo de la extracción del agua y del vertido directo a las fuentes o zonas cercanas por parte de industrias u otros posibles focos de contaminación.	
Evitar la sobreexplotación y especialmente en pozos de zonas costeras para evitar la intrusión marina.	
Organizar grupos de vigilancia.	
Realizar talleres de concientización e información.	
Seguimiento y monitoreo de las labores de protección.	

Procedimientos para reducción de la vulnerabilidad en fuentes de agua



Fig. 3.
Ilustración de protección
de fuente superficial.
Fuente: MINAMBIENTE - CEUDES - OIMT

En fuentes de aguas superficiales

Actividad 1.

Protección en zona de la captación mediante forestación estratégica.

- Materiales: Plantas, pala, abono orgánico
- Personal requerido: Mínimo 5 personas
- Objetivo: proteger el área de captación dificultando el acceso de animales dificultando su acceso
- Duración: medio día
- Estacas 50 cm de alto aprox.
- Cuerda
- Agua

Procedimiento

Paso 1

Marcar los puntos que serán plantados procurando que se forme una cerca alrededor de la fuente o zona de captación

Paso 2

Iniciar la excavación

Paso 3

Proceder a la colocación de las plantas y rellenado de huecos añadiendo fertilizante orgánico cuya base no sea desechos con coliformes.

Paso 4

Rociar con agua

Paso 5

Reforzar con estaca y cuerda el tronco de la planta. repetir el procedimiento hasta finalizar el área marcada.

Paso 6

Realizar un monitoreo y reemplazar los plantones muertos (resiembra).

Paso 7

Rellenar formulario de constancia (anexo 5). Realizar visitas periódicas e inspeccionar las condiciones.

RECOMENDACIÓN. Sembrar plantas que favorezcan la infiltración del agua, las mismas deben ser perennifolias (que conservan follaje durante todo el año), de raíces profundas y verticales, de follaje amplio y ramificaciones. Ejemplo: almendro de río, mango, jacaranda, guayabo, moringa, cerezo, manzana de agua, entre otras. También se sugiere utilizar plantas endémicas y que se adapten al clima del lugar.

Actividad 2.

Construcción de captación para protección de fuentes ubicadas alrededor de superficie rocosa

(Fuente: CENTA-FAO-Holanda, 2002)

Si el lugar donde se encuentra la fuente o nacimiento del agua está ocupada por un espacio considerablemente estrecho se pueden una estructura con planchón de cemento

A continuación, se describen los pasos para la construcción de ambas opciones.

Procedimiento para la construcción de estructura con planchón de cemento:

Esta opción consiste en cubrir el área donde se acumula el agua por el nacimiento con un planchón de cemento. Los pasos son los siguientes:

Paso 1

Rompimiento de la pared de piedra de la poza

Se rompe una parte de la pared de la poza (conviene que sea el punto más bajo y/ o frágil) hasta el fondo de esta. Ello permite aprovechar todo el volumen de la fuente, evitando que quede agua estancada dentro de la caja.

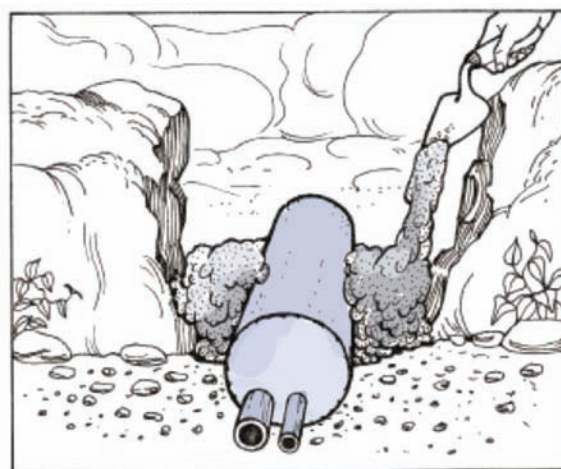
Paso 2

Colocación de un tubo tragante

El tubo tragante se debe preparar previamente, utilizando los materiales y siguiendo los pasos indicados en el recuadro. Para su colocación, se pone mezcla de cemento en el fondo de la abertura realizada en la pared de la poza y luego se asienta con una ligera inclinación hacia fuera de la poza.

Funciones y construcción del tubo tragante

Mantiene un espacio interno vacío próximo a las salidas de los tubos de conducción de agua y permite la circulación del agua en esta zona, evita la obstrucción o taponamiento, y facilita las tareas de limpieza.



Materiales requeridos:

- Un tubo de cemento de un metro de largo y 6" de diámetro;
- Un tubo de PVC de 35 cm de largo y 2 ó 3" de diámetro (tubo de evacuación), cuya función será evacuar el agua durante las tareas de limpieza de la estructura de protección (permanece cerrado cuando la fuente está en uso);
- Uno o más tubos de PVC de 35 cm de largo y 1/2, 3/4 ó 1" de diámetro (tubos de conducción), cuya función será conectar las cañerías de conducción del agua; el diámetro y la cantidad de tubos variará según el caudal máximo de la fuente y el número de puntos hacia donde se debe conducir el agua.
- 2 libras de barro, 2 libras de arena y una libra de cemento.

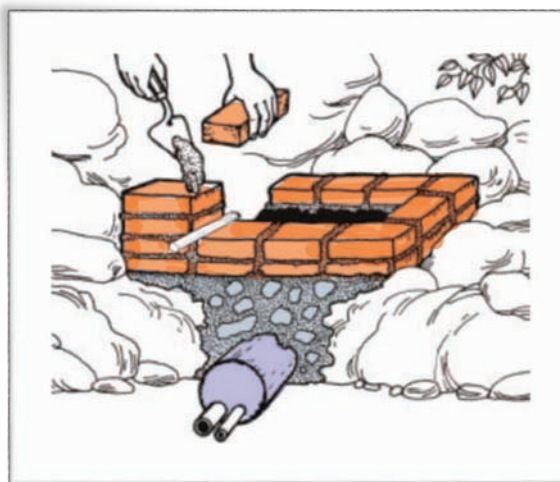


Paso 3

Pared en ladrillo

Por sobre la superficie de las paredes de piedra de la poza, asentar una o más capas de ladrillos, hasta lograr una superficie nivelada. No olvidar instalar un tubo de rebose por si se llena la caja y repellar los ladrillos, por lo menos internamente.

Características del tubo de rebose: El tubo de rebose debe tener un diámetro que permita evacuar el volumen representado por la diferencia entre el caudal máximo de la fuente y el caudal mínimo de uso. Debe sobrepasar el lado externo de la pared de la caja en por lo menos 10 centímetros. Debe estar ubicado en la parte superior de la pared. El piso en donde cae el agua rebosada debe estar debidamente protegido con piedras para que el chorro no socave la estructura.



Paso 4

Planchón de cemento

Una vez seca la estructura (24 a 48 horas), construir sobre ella un planchón de cemento (mezcla fuerte), utilizando varillas de hierro (3/8" o más delgadas, dependiendo del tamaño del planchón). El planchón puede ser construido en el mismo lugar o fuera de él. Se debe dejar una tapa que permita la entrada de una persona para limpiezas periódicas.

La función de esta caja es aislar el nacimiento para evitar la contaminación de la fuente. Su función no es almacenar agua. Por lo tanto, una estructura pequeña es suficiente. El almacenamiento de agua sobre el nivel del nacimiento puede causar el efecto de tapón.



En fuentes de aguas subterráneas (manantiales y pozos)

Manantiales

La protección de manantiales consiste básicamente en la construcción o rehabilitación de la cajuela de captación, cercado y forestación del perímetro donde emana el manantial.

Actividades para protección de manantiales

- Construcción de cajuela de captación.
- Construir una verja perimetral de al menos 10 metros a la redonda del manantial.

- Cavar una zanja de drenaje alrededor para desviar escurrimientos superficiales y residuos.
- Plantar árboles cerca de la zona.
- Realizar operación de limpieza en los alrededores.

RECOMENDACIÓN: Realizar visitas periódicas e inspeccionar el cercado para verificar que no haya sufrido roturas, dar mantenimiento a la zanja de drenaje al menos una vez a la semana y limpiar las zonas de alrededor.

Los manantiales son fuente de vida, ¡cuidemoslos!

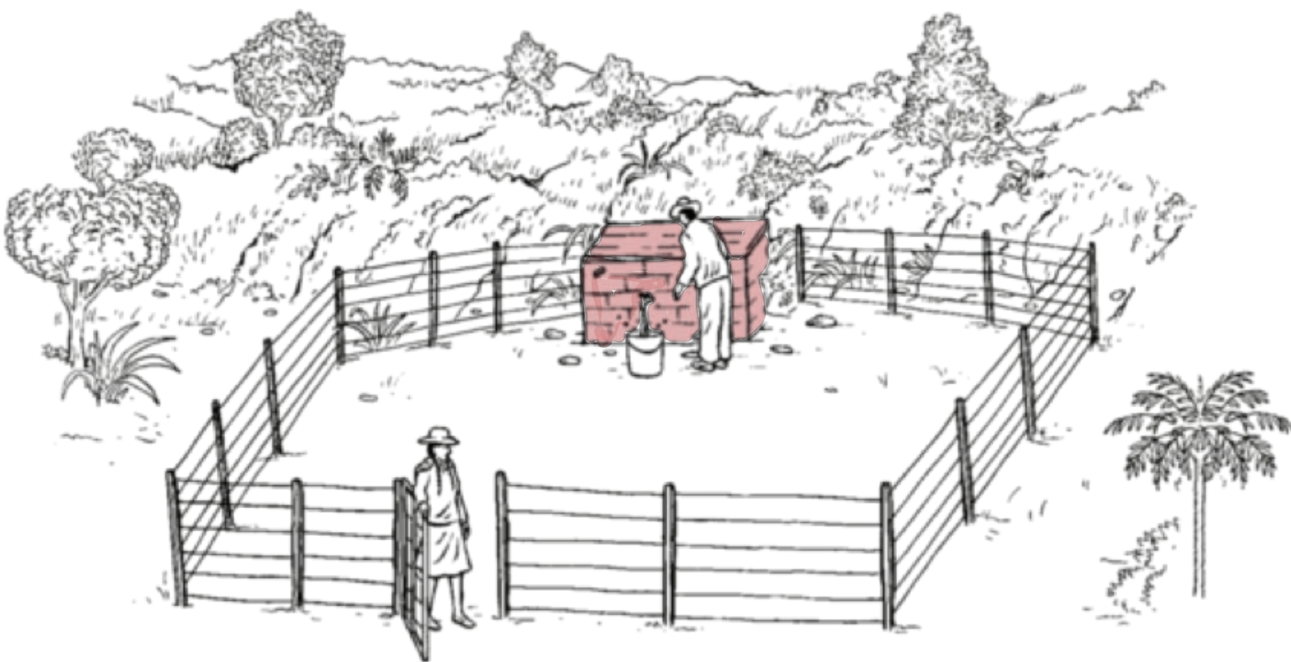


Fig.5. Esquema de manantial protegido. Fuente: Hesperian Health Guide

Pozos

- En caso de que el sistema de abastecimiento comunitario utilice pozos como fuente principal, las acciones de protección serán las siguientes:
- Establecer perímetros de protección alrededor de los pozos.
- Identificar los posibles focos de contaminación y gestionar la eliminación y/o mitigación de estos.
- Limpieza de la zona alrededor del pozo
- Eliminar y prohibir la construcción de letrinas o pozos sépticos en el área.
- Eliminar y prohibir el vertido de basura (basureros) en las proximidades del pozo.
- Verificar periódicamente el estado del sello sanitario del pozo.
- Procurar cerrar con rejilla u obra de hormigón el lugar donde se encuentra el pozo.
- Restringir el cultivo en parcelas cercanas a la zona. Incentivar el uso de abono orgánico cuya base no contenga coliformes.
- Realizar siembra de árboles que favorezcan la infiltración de agua en el lugar.
- En caso del pozo encontrarse en zona costera realizar campaña del uso racional del agua para evitar la sobreexplotación y con ello la posible intrusión marina.
- Monitorear el cumplimiento de las prohibiciones.
- Dar mantenimiento periódico al lugar.
- Procurar que la zona donde esté ubicado el pozo se encuentre protegida por una caseta o asegurarse que la estructura cuente con un techo hasta que se construya una caseta adecuada.
- Regular la explotación de las aguas, principalmente en zonas costeras para evitar la intrusión marina.



Fig. 5. Ejemplo de casetas para protección de pozos.

Lineamientos para la protección de zonas de recarga

Pautas a seguir para la protección de zonas de recarga

Acciones para la protección de zonas de recarga

Forestación y reforestación: favorece la recarga hídrica, mejora la calidad del agua y del aire, belleza paisajística.

Declaratorias de área comunitaria protegida: promueve la preservación del medio natural.

Restricción de vertido de desechos: evita la contaminación.

Excavar zanjas de drenaje de escorrentías e infiltración: disminuye la erosión.

Construcción de barreras muertas y vivas: controla la maleza, conserva la humedad del suelo, controla la erosión, mejora la fertilidad y estructura del suelo.

Creación de viveros comunitarios: permite el uso del espacio protegido, genera fuente de ingreso y promueve la forestación.



Fig. 6. Ilustración de buenas prácticas en zonas de recarga. Fuente: Convenio agua para el desarrollo R.D. y Haití, AECID.

III. Anexos

1. Formato para creación de Base de Datos
2. Formato y sugerencia de Plan de Trabajo
3. Formulario de caracterización del entorno
4. Manual para identificar zona de recarga hídrica
5. Formulario de constancia de actividades
6. Guía de temas para taller inicial de sensibilización

ANEXO 1. Formato para creación de Base de Datos

Se sugiere la creación de una base de datos en formato Excel, que contemple las siguientes columnas

- N°: Número correlativo del documento, estudio u otro
- Revisado y extractado:
- Área: Área a la que se circunscribe, nacional, local, municipal, regional, etc.
- Institución que publica: Nombre de la institución
- Nombre del trabajo:
- Año:
- Formato: Electrónico, copia dura, etc.
- ¿Tiene datos de interés?: Si / No
- Tipo de información: Legal, técnica, institucional, etc.
- Temática: Medio ambiente, gestión de riesgo, agua potable, saneamiento, etc.
- Páginas: Número de las páginas que contienen la información de interés, por ejemplo, 64-70, 2
- Breve descripción: De la información de interés

Ejemplo de base de datos

No.	Revisado y extractado	Área	Institución que publica	Nombre del trabajo	Año	Formato	¿Tiene datos de interés?	Tipo de información	Temática	Páginas	Breve descripción	Cartografía	Información hidrológica superficial (cuencas)

- Cartografía: ¿Contiene cartografía? No / Si
- Información hidrológica superficial (cuencas): ¿Contiene información? No / Si
- Información Hidrogeológica (Aguas subterráneas): ¿Contiene información? No / Si
- Datos de calidad de agua: ¿Contiene información? No / Si
- Normas / Políticas de protección de Medio ambiente: ¿Contiene información? No / Si
- Normas / Políticas de gestión del agua o cuencas: ¿Contiene información? No / Si
- Datos sobre acueductos comunitarios: ¿Contiene información? No / Si
- Información geológica/geomorfológica (Tipo de suelo y topografía): ¿Contiene información? No / Si
- Información climatológica / Cambio climático: ¿Contiene información? No / Si
- Información sobre gestión del riesgo: ¿Contiene información? No / Si
- DOCUMENTO (Enlace al documento): Enlace electrónico, si lo hubiera
- Identificación de institución a involucrar

Para cada columna debe incorporarse la opción de Filtro, para facilitar el manejo de la información.

Información hidrogeológica (Aguas subterráneas)	Datos de calidad de agua	Normas/ Políticas de protección de medio ambiente	Normas/ Políticas de gestión de aguas o cuencas	Datos sobre acueductos comunitarios	Información geológica/ geomorfológica	Información climatológica / cambio climático	Información sobre gestión del riesgo	Documento (enlace)	Identifi- cación de institución a involucrar

ANEXO 2. Formato y sugerencia de Plan de Trabajo

Actividad	Sub-actividad	Duración	Responsable	Objetivo
Fase I. Concepción del Proyecto de Protección	Recolección y revisión de información	2 semanas	Institución organizadora	1. Crear línea de base 2. Identificar involucrados 3. Programar actividades 4. Delegar funciones
	Elaboración de plan de trabajo	1 semana	Institución organizadora	Planificar, ordenar y sistematizar las actividades.
	1era reunión con instituciones involucradas	1 día	Institución organizadora	Crear vínculo de apoyo entre instituciones involucradas.
Fase II. Socialización del proyecto de protección con la comunidad	1er contacto con líderes de la comunidad	1 día	Institución organizadora	Presentar el plan a los actores claves comunitarios y entregar ejemplar del mismo.
	2do contacto con nla comunidad (consenso y convocatoria a asamblea)	1 día	Institución organizadora	Recibir sugerencias sobre el proyecto de protección definir fecha de asamblea y convocatoria a la misma.
	Asamblea general comunitaria y talleres de sensibilización	1 día	Instituciones involucradas y comunitarios	Asamblea para presentación del proyecto y charla de sensibilización
Fase III. Implementación del Proyecto inicio del Plan de Protección	Evaluación del estado actual de la fuente.			
	Determinación de la zona de recarga y evaluación de su estado actual.			
	Confección de mapa de fuentes de agua, zonas de recarga y posibles fuentes de contaminación			
	Elaboración de informe situacional y ejecución de plan de acción			
	Presentación informe situacional a la comunidad y definición de fecha para iniciar ejecución del plan de acción.			

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Programación del Plan de Acción	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12

ANEXO 3. Formulario de caracterización del entorno

FORMULARIO DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE FUENTE Y ZONAS ALEDAÑAS			
FICHA TÉCNICA DE LEVANTAMIENTO DE DATOS			
DATOS GENERALES			
Nombre - ¿Cómo se llama?: _____		Fuente #: _____	
Qué comunidad(es) abastece? _____		Población (#) _____	
Ubicación - departamento/aldea/municipio _____			
Accesibilidad a la fuente: Buena ☐ Mala ☐ Regular ☐			
Latitud: _____		Longitud: _____	
Punto de _____		Altitud: _____	
Fecha: _____			
TIPO DE FUENTE: Superficial ☐ Subterránea ☐			
VEGETACIÓN		AMENAZA	
Estado: Escasa ☐ Moderada ☐ Abundante ☐ Especificar: _____	Tipo Arbustiva ☐ De cultivo ☐ Endémica ☐ Introducida ☐ Pasto ☐	Tipo de amenaza: Natural: Sequía ☐ Actividad volcánica ☐ Terremoto ☐ Huracán ☐ Deslizamiento ☐ Inundaciones ☐ Antrópica Agricultura ☐ Ganadería ☐ Deforestación ☐ Vertidos ☐ Saneamiento ☐ Residuos sólidos ☐	
OBSERVACIÓN DEL TERRENO		OBRA CIVIL IN SITU O CERCANÍA	
Aspecto del suelo: Textura fina ☐ Textura gruesa ☐ Partículas grandes ☐ Partículas pequeñas ☐ Porosidad ☐ Fisuramiento ☐ Arcilloso ☐ Compactado ☐	Relieve / Topografía Montañoso ☐ Llano ☐ Plano ☐	Sí ☐ No ☐ Cantidad: _____ Tipo(s) _____ Función: _____ Condición: ☐ Buena ☐ Regular ☐ Mala Distancia respecto a la fuente: _____ Observaciones: _____	
DATOS DEL LEVANTADOR DE LA FICHA			
Nombre: _____		Ocupación: _____	
No. de teléfono: _____		Institución: _____	

FORMULARIO DE VERIFICACIÓN DE ESTADO DE FUENTE Y ZONAS ALEDAÑAS	
FICHA TÉCNICA DE LEVANTAMIENTO DE DATOS	
FOTOGRAFÍAS	COMENTARIOS

ANEXO 4. Manual para identificar zona de recarga hídrica

Procedimiento para caracterización e identificación de potencial zona de recarga

(Fuente: Catie, 2009)

Para determinar **el potencial de recarga hídrica** se emplea la ecuación siguiente. En ella se sustituye cada uno de los elementos del modelo por los valores respectivos que pueden ser obtenidos mediante una evaluación en campo.

$$ZR = [0.27 (Pend) + 0.23(Ts) + 0.12(Tr) + 0.25(Cve) + 0.13(Us)]$$

Donde:

Pend: Pendiente y microrrelieve

TS: Tipo de suelo
(textura y capacidad de infiltración)

TR: Tipo de roca

CVE: Cobertura vegetal permanente

US: Usos del suelo

Para evaluar cada uno de estos parámetros en las zonas potenciales de recarga hídrica identificadas con los actores locales se pueden realizar una serie de procedimientos prácticos y de fácil aplicación en el campo, los cuales permitirán definir el potencial de recarga hídrica según cada uno de estos elementos.

De acuerdo a los valores obtenidos mediante la aplicación de esta metodología, el potencial de las zonas de recarga hídrica se clasifica de la manera siguiente:

Posibilidad de recarga	Rango
Muy alta	4,1 – 5
Alta	3,5 – 4,09
Moderada	2,6 – 3,49
Baja	2 – 2,59
Muy baja	1 – 1,99

En términos generales, la ponderación de cada elemento del modelo va de 1 a 5, donde 1 es el valor más bajo; o sea que el que presenta las características menos favorables para que ocurra la recarga hídrica y 5 la puntuación más alta. El valor numérico que se le otorgará a cada elemento de la fórmula se pueden obtener desarrollando los procedimientos que se describen a continuación.

1. Procedimiento para determinación de pendiente y micro relieve (Pend)

En el relieve se pueden identificar superficies planas, elevadas y con depresión. En las superficies elevadas el agua se mueve dispersándose en distintas direcciones; en las superficies planas inclinadas la trayectoria del agua sigue direcciones casi paralelas y en las superficies con depresiones (hundimientos) esta se desplaza concentrándose en el lugar más bajo.

Por lo tanto, se puede inferir que, en relieves con elevaciones altas, con gran pendiente y de rápido escurrimiento superficial, el proceso de infiltración y recarga disminuye; por el contrario, en lugares con relieves planos, semi-planos y con depresiones se favorece el proceso de infiltración y recarga hídrica, al permitir un mayor tiempo de contacto del agua con el suelo.

Para determinar la pendiente y el micro relieve se realiza un recorrido por el área, con la ayuda de la herramienta que se muestra en la figura siguiente, la misma es de construcción fácil y sencilla y de uso múltiple. Para elaborarla se necesitan únicamente materiales de la finca y herramientas del productor. En este caso se utilizará para trazar curvas a nivel, curvas con pendientes (desnivel) y determinar la pendiente de un terreno.

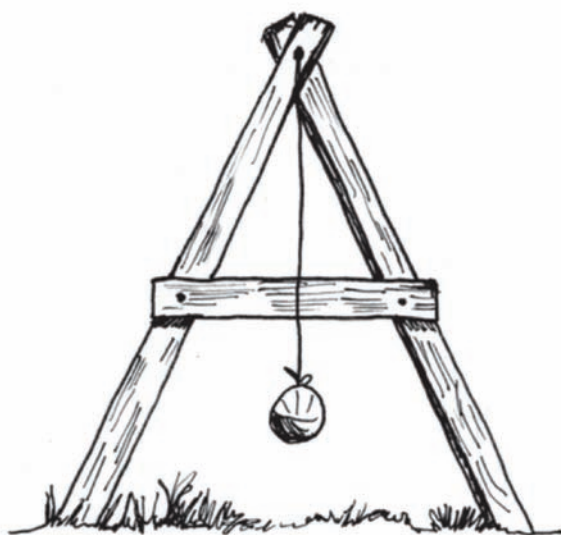


Fig. 1. Agronivel

Para la construcción del agronivel se necesitan:

- Dos trozos de madera de 2 metros y un trozo de 1,10 m por 5 cm de diámetro (cada vara)
- Una cinta métrica
- Un machete
- Tres clavos
- Una cuerda o manila
- Plomada, con una piedra o botella con arena

Debido a que los terrenos no son parejos, es necesario sacar un promedio de varias medidas de la pendiente para obtener una medida correcta de la pendiente. Por lo general, para determinar la pendiente de un sitio escogemos cinco o más puntos diferentes por manzana o hectárea.

Como primer paso, nos situamos en un punto para determinar la pendiente. Se coloca una de las patas del aparato en la parte alta del terreno y la otra se levanta en el aire hasta que el aparato encuentre el nivel. Una vez que el aparato esté a nivel, se procede a medir con una cinta métrica la distancia que hay entre la pata (en el aire) y el suelo, y se anota dicha lectura. Ese dato se divide entre dos y el resultado es la pendiente en porcentaje de ese punto.

Por ejemplo, si la lectura dio $20 \text{ cm} \div 2 = 10\%$

El procedimiento se repite en los puntos restantes y se suman los resultados de las pendientes en los cinco puntos; ese resultado se divide entre cinco para obtener la pendiente promedio de la zona o parcela.

La determinación de la pendiente se realiza con la matriz de ponderaciones siguiente.

Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según pendiente y micro relieve

Microrelieve	Pendiente (%)	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelo plano a casi plano, con o sin rugosidad	0-6	Muy alta	5
Suelo moderadamente ondulado/cóncavo	6-15	Alta	4
Suelo ondulado/cóncavo	15-45	Moderada	3
Suelo escarpado	45-65	Baja	2
Suelo fuertemente escarpado	>65	Muy baja	1

2. Procedimiento para evaluar el tipo de suelo (TS)

Las zonas de recarga deben tener alta capacidad de infiltración, lo cual tiene que ver con el tipo de suelo. Los suelos de textura gruesa, porosos y, por lo tanto, permeables tienen gran capacidad de recarga hídrica. Por el contrario, los suelos de textura fina, arcillosos, pesados y compactados impiden o dificultan la recarga hídrica.

Con el fin de caracterizar las zonas potenciales de recarga hídrica, los actores locales evalúan en campo dos elementos que influyen en la permeabilidad del suelo: la textura y la capacidad de infiltración. La textura se puede determinar al tacto humedeciendo cierta cantidad de suelo, en tanto que la capacidad de infiltración se puede determinar por medio de un infiltrómetro de anillo simple.

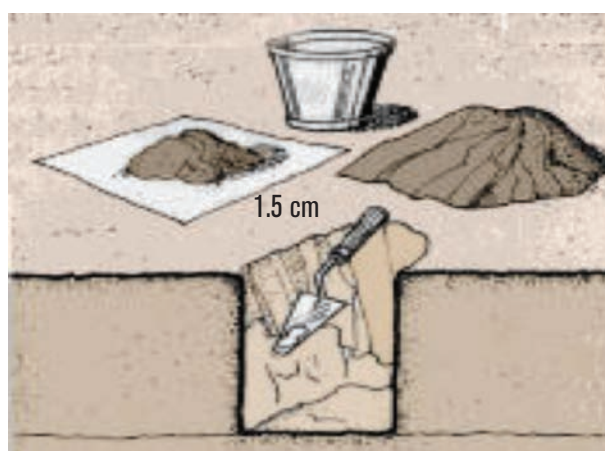
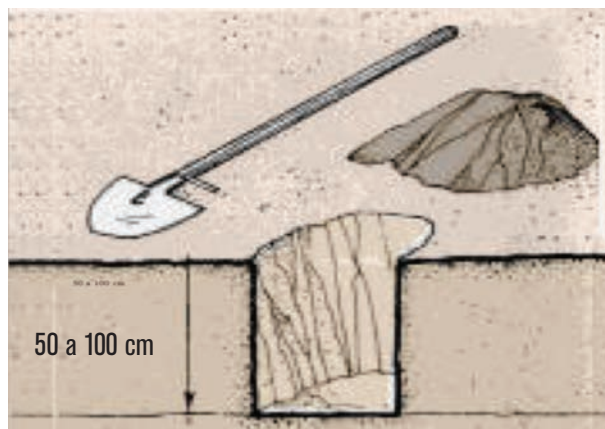
Determinación de textura del suelo

Debido a la heterogeneidad de los terrenos, de ser necesario hay que subdividir la parcela en sub-parcelas uniformes. Es decir que la textura debe estimarse por sectores de suelo de aspecto similar. Se debe obtener una muestra compuesta (mezcla de varias submuestras) para asegurar la representatividad de las propiedades edáficas de un área homogénea. En cada uno de los sectores o sitios se toman cinco muestras en zigzag por manzana o hectárea.

En cada sitio de muestreo, primero se limpia el área para eliminar la cobertura vegetal u hojarasca, luego se hace un hoyo cuadrado o en forma de V, del ancho de la pala, por 50 – 100 centímetros de profundidad; entre más profundo, mejor.

Se corta una porción de 1,5 cm de la pared del hoyo y se retira la mayor parte de la muestra con la hoja de la pala. Cada muestra de suelo debe incluir tierra de toda la profundidad de muestreo.

La tierra de cada hoyo se mezcla bien para obtener una muestra homogénea. Cada muestra debe pesar



una libra y se guarda en un balde. Una vez que se han sacado las muestras de todos los lugares, se mezcla bien la tierra que se recogió de los diferentes hoyos.

En campo se puede determinar la textura del suelo al tacto; para ello se humedece cierta cantidad del suelo y se amasa entre los dedos hasta formar una pasta homogénea. Luego se toma una pequeña cantidad entre los dedos índice y pulgar y se presiona tratando de que se forme un hilo y, a continuación, se describen las características según las siguientes categorías. En la Figura A-2 se ilustran los diferentes tipos de texturas del suelo y la apariencia en cada caso.

- a. **Arenoso:** el suelo permanece suelto y en granos simples; puede ser amontonado, pero no moldeado.
- b. **Franco arenoso:** el suelo se puede moldear en forma esférica, pero se desgrana fácilmente, con más sedimentos.

- c. Limoso:** se puede enrollar en cilindros cortos.
- d. Franco:** el suelo tiene partes iguales de arena, sedimentos y arcilla que pueden ser amasadas en una trenza gruesa de hasta 15 cm de largo que se rompe al doblarse.
- e. Franco arcilloso:** el suelo puede ser amasado y formar una D fácilmente; si se hace con cuidado, se puede doblar en U sin romperse.
- f. Arcilla liviana:** el suelo es suave y al doblarse en un círculo se agrieta un poco.
- g. Arcilla:** se maneja como plastilina; se puede formar un círculo sin que se agriete.

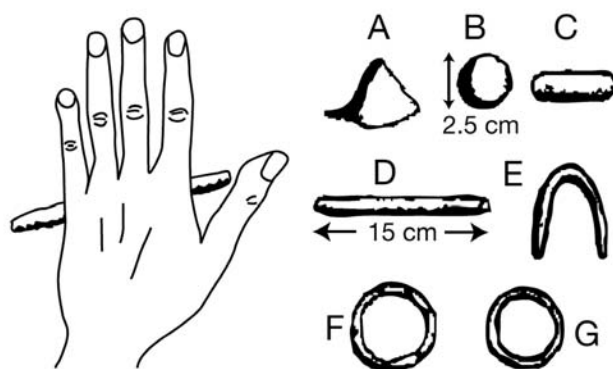


Fig.2. determinación textura del suelo al tacto

Ponderación de la capacidad de recarga hídrica del suelo según su textura

Textura	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelo franco arenoso a arenoso, con tamaño de agregados o partículas de gruesos a medios y muy rápida capacidad de infiltración (mayor de 25 cm/h)	Muy alta	5
Suelo franco, con partes iguales de arena, limo y arcilla y rápida capacidad de infiltración (12.7 - 25 cm/h)	Alta	4
Suelo franco limoso, con partículas de tamaño medio a finas y moderada a moderadamente rápida capacidad de infiltración (2 - 12.7 cm/h)	Moderada	3
Suelo franco arcilloso, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados, con muestras de compactación y lenta a moderadamente lenta capacidad de infiltración (0.13 - 2 cm/h)	Baja	2
Suelo arcilloso, muy pesados, con partículas muy finas, compactados, con muy lenta capacidad de infiltración (menos de 0.13 cm/h)	Muy baja	1

Procedimiento para evaluar la capacidad de infiltración del suelo

Esta capacidad se determina mediante un infiltrómetro de anillo simple. Este instrumento permite conocer la permeabilidad del suelo, simulando el proceso de infiltración del agua en el suelo. La prueba consiste en medir la infiltración acumulada en función del tiempo. El diámetro del anillo simple puede variar de 30 a 60 cm y la altura de 20 a 30 cm. Básicamente, el procedimiento consiste en enterrar verticalmente el anillo en el suelo unos pocos centímetros, luego se rellena con agua a una altura no mayor de 10 cm y, finalmente, con la regla y el cronómetro se mide la variación de la altura del agua en el tiempo. Este método es uno de los más simples que existen para medir la tasa de infiltración, pero aun así tiene un buen grado de precisión.

Materiales necesarios para hacer un infiltrómetro de anillo simple:

- Plato
- Cronómetro o reloj
- Anillo de metal de 30 cm de diámetro y 25 cm de altura
- Martillo o mazo
- Regla de metal de al menos 30 cm
- Cinta adhesiva
- Dos recipientes de 20 litros cada uno

Procedimiento:

Paso 1. Limpiar el lugar donde se instalará el cilindro; hay que sacar hojas, basura e impurezas que impidan el flujo normal del agua.

Paso 2. Enterrar el anillo aproximadamente 10 cm de la forma más vertical posible en el lugar seleccionado y previamente limpiado. Martillar con fuerza los bordes; para que el borde opuesto no se suelte, se recomienda presionar con un pie. Hay que asegurarse de que el cilindro penetre de manera uniforme, por eso se debe martillar alrededor de todo el anillo.

Paso 3. Colocar la regla verticalmente en el interior del anillo para medir el nivel del agua. Un lugar recomendable para poner la regla es la línea de la soldadura, porque esta es aproximadamente vertical. La regla se fija con cinta adhesiva para que no se mueva.

Paso 4. Colocar el plato en el interior del anillo y vaciar el agua suavemente hasta que el nivel de agua esté entre 8-10 cm. El plato evita que el chorro golpee directamente el suelo porque se pueden alterar las propiedades de este.

Paso 5. Registrar el tiempo que tarda el agua en infiltrarse. Se deben tomar mediciones cada minuto, aunque dependiendo de la tasa de descenso el intervalo se puede alargar. Para que las mediciones sean más precisas, lo mejor es que entre niveles sucesivos haya al menos 2 mm de diferencia. Las mediciones se toman al menos por 20 minutos, o hasta que tres mediciones sucesivas sean iguales o muy parecidas. En el cuadro que se muestra a continuación se presentan valores típicos de tasas de infiltración.

Cuadro A-1. Clases de permeabilidad de los suelos para la agricultura y su conservación

Clases de permeabilidad de los suelos	Índice de permeabilidad*	
	cm/hora	cm/día
Muy lenta	menos de 0,13	menos de 3
Lenta	0,13 – 0,3	3 - 12
Moderadamente lenta	0,3 – 2,0	12 - 48
Moderada	2,0 – 6,3	48 - 151
Moderadamente rápida	6,3 – 12,7	151 - 305
Rápida	12,7 - 25	305 - 600
Muy rápida	mayor de 25	mayor de 600

*Muestras saturadas bajo una carga hidrostática constante de 1,27 cm.

La capacidad de infiltración se obtiene del cociente entre la cantidad de agua infiltrada y el intervalo de tiempo; $f = \text{Variación de altura} / \text{Variación de tiempo}$. El Cuadro siguiente muestra un ejemplo de cómo determinar la velocidad de infiltración en los suelos. El promedio de infiltración se determina con los tres valores más bajos de velocidad de infiltración, con el fin de asumir un criterio conservador.

Para determinar la velocidad de infiltración se emplea la fórmula siguiente:

$$I = \frac{\Delta h \times 600}{\Delta t}$$

donde:

I: velocidad de infiltración en mm/hora

Δh : diferencia de altura de agua (cm)

Δt : diferencial de tiempo (min)

Determinación de la velocidad de infiltración en el suelo

Tiempo (min)	Altura (cm)	Diferencial tiempo (min)	Diferencial altura (cm)	Infiltración (mm/hora)
0	18	0	0	0
5	16	5	2	240
10	15,2	5	0,8	96
20	13,4	10	1,8	108
30	12,5	10	0,9	54
Promedio de infiltración				86

El promedio de infiltración se obtiene de los tres valores más bajos de la velocidad de infiltración, se suman y se dividen entre tres.

3. Procedimiento para evaluar el tipo de roca (TR)

El análisis y evaluación del tipo de roca permite determinar si la recarga hídrica es subsuperficial o profunda de aguas subterráneas (acuífero); asimismo, es posible determinar si existe una capa de material rocoso o arcilla impermeable que no permite el paso del agua hacia el acuífero, o si se forman flujos de agua subsuperficial con movimiento horizontal que luego salen a la superficie a través de un manantial, o alimentan un río.

Al igual que con el tipo de suelo, las características de las rocas que determinan la recarga son la porosidad y permeabilidad.

Las rocas duras con poros finos e impermeables no favorecen la recarga; por el contrario, las rocas suaves con macroporos, fallas o fracturadas son permeables y favorecen la recarga de los acuíferos.

La permeabilidad y porosidad de las piedras que se encuentran en la superficie del suelo, en los pozos y en los perfiles profundos de suelo se pueden determinar echándoles agua lentamente y midiendo el tiempo que tarda en absorberla. Si lo hace rápidamente es permeable y si lo hace muy lento o no absorbe nada es poco permeable o impermeable. Generalmente las rocas permeables son más livianas.

La dureza y permeabilidad de una roca también se pueden determinar al golpearla. Si la piedra se rompe con facilidad significa que es blanda (suave), por lo que tiene una mayor capacidad de absorber agua. La apariencia interna de la roca es otra forma de determinar su permeabilidad. Si al romperla se nota la forma de los granos o partículas, es permeable, pero si se rompe en forma de concha (cóncava) no es permeable. Asimismo, la homogeneidad y tamaño de las partículas o

agregados ayudan a determinar una roca. Las piedras formadas por partículas grandes (como la arena) y/o heterogéneas con una buena distribución aparente y poros grandes e interconectados son muy permeables.

Al tacto podemos determinar la textura de la piedra. Si la piedra se desmorona fácilmente o con poca dificultad es permeable, pero si no se desmorona ni se parte es, entonces, poco permeable o impermeable.

Para evaluar la porosidad y permeabilidad del manto rocoso que se encuentra por debajo de la superficie de suelo, se debe hacer un recorrido por la zona para observar y analizar los estratos en las perforaciones de pozos, ya que según los especialistas en la materia, la mejor fuente de información geológica se encuentra en los pozos. Adicionalmente podemos observar los cauces de quebradas (en sus paredes), perfiles de caminos y

carreteras y los flancos de los valles para formarnos una idea del tipo de roca que se puede encontrar en las profundidades o perfiles más hondos. También es conveniente comparar los estratos encontrados en los flancos de valles, caminos, carreteras y quebradas con los que obtengamos de los pozos y/o correlacionar los estratos o capas entre los diferentes pozo evaluados.

Una vez que logramos observar la estratigrafía de los pozos, quebradas, caminos, carreteras y flancos de valles sacamos una muestra de roca y procedemos a evaluarla según el procedimiento ya descrito. Lo que podemos observar y analizar en cada uno de los estratos es el tipo de roca, su composición granulométrica, porosidad y permeabilidad, así como la presencia de fracturas interconectadas, fallas y espesor de cada estrato.

Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el tipo de roca (TR)

Rocas	Posibilidad de recarga	Ponderación
Rocas muy permeables, muy suaves, constituidas por cristales o agregados gruesos, con macroporos interconectados; p.e. arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo.	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados, con poca cementación; p.e., arena fina, arenisca.	Alta	4
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular interconexión de poros.	Moderada	3
Rocas poco permeables, algo duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fractura interconectadas; p.e., grava combinada con arcilla.	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy baja	1

4. Cobertura vegetal permanente (CVE)

La cobertura vegetal influye en la infiltración del agua al permitir mayor contacto con el suelo y disminuir la velocidad de escurrimiento, la erosión, el impacto de la gota de lluvia y la sequedad causada por los rayos del sol. En consecuencia, contribuye a conservar las características del suelo que favorecen la recarga.

a presencia de cobertura vegetal multiestratificada favorece la recarga hídrica y ayuda a conservar las características del suelo que también favorecen la recarga. El análisis y evaluación de este elemento se puede realizar en campo por medio de un recorrido que permita visualizar el porcentaje de cobertura de los diferentes usos permanentes del suelo y los estratos presentes en la zona potencial de recarga hídrica. La ponderación propuesta en el siguiente cuadro ayuda en estas determinaciones.

Ponderación de la posibilidad de recarga hídrica según el porcentaje de cobertura vegetal

Porcentaje	Posibilidad de recarga	Ponderación
> 80 %	Muy alta	5
70 - 80 %	Alta	4
50 - 70 %	Moderada	3
30 - 50 %	Baja	2
< 30 %	Muy baja	1

5. Usos del suelo

El uso del suelo es el elemento más cambiante y con mayor influencia de la actividad humana. Un uso inadecuado del suelo puede disminuir la recarga del acuífero hasta en un 50%; a la vez, hace que aumenten los riesgos naturales y la pérdida de suelo por erosión hídrica o eólica (FORGAES sf). Con este elemento metodológico se busca establecer el grado en el que una determinada actividad o cambio de uso del suelo influye en el deterioro de las características del suelo, en la erosión y compactación y en la reducción de la capacidad de infiltración y de recarga hídrica.

Es necesario encontrar los usos que, por sus características, favorecen la infiltración del agua, como los sistemas silvopastoriles y agroforestales, el uso e incorporación de materia orgánica, o los asociados de cultivos. Además, hay que reconocer aquellos cultivos que afectan las características de suelo, dificultan la infiltración y favorecen la evaporación, la compactación y el escurrimiento superficial del agua, como la agricultura intensiva sin obras de conservación, la ganadería extensiva, la labranza convencional, o el uso de maquinaria agrícola.

La evaluación de los usos del suelo se puede realizar mediante un recorrido en el campo con la participación de los diferentes actores locales para levantar la lista de los usos que se dan en la zona potencial de recarga hídrica. El siguiente cuadro ofrece una clasificación del potencial de diferentes usos para la recarga hídrica.

Uso del suelo	Posibilidad de recarga	Ponderación
Bosque donde se dan los tres estratos: árboles, arbustos y hierbas o zacate denso	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua	Regular	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1

ANEXO 5. Formulario de constancia de actividades

FORMULARIO DE CONSTANCIA DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN CAMPO	
FICHA INFORMATIVA	
DATOS GENERALES	
Nombre de la actividad: _____	Lugar: _____
# de participantes: _____ Responsable: _____	Hora inicio: _____ Hr
Referencia: _____	Fecha: _____
Objetivo:	
Materiales utilizados	Meta alcanzada
Compromisos pendientes	
Observaciones	

FORMULARIO DE CONSTANCIA DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN CAMPO

FICHA INFORMATIVA

FOTOGRAFÍAS

ANEXO 6. Guía de temas para taller inicial de sensibilización

Tema	Objetivo	Contenido
Ciclo del agua	Dar a conocer el funcionamiento del ciclo del agua, como las acciones humanas pueden modificar su proceso natural y cómo afecta esto en la calidad y cantidad del agua.	Funcionamiento del ciclo del agua. Modificación del ciclo del agua por acciones humanas. Consecuencias de las modificaciones. Cambio climático.
Conservación y Protección de fuentes de agua y zonas de recarga	Dar a conocer la importancia del concepto de cuenca en la protección de fuentes de agua y zonas de recarga. Promover acciones dirigidas a la conservación y protección de las fuentes de agua.	Concepto de cuenca hidrográfica. cuenca alta, media y baja. Procesos que se desarrollan en cada parte de la cuenca y su interrelación. Áreas de recarga hídrica. Relación entre áreas de recarga hídrica y las fuentes de agua. Prácticas para la conservación de fuentes y zonas de recarga. Protección de fuentes de agua. Instituciones relacionadas con la conservación medioambiental.
Gestión de excretas y aguas residuales	Promover el uso adecuado y el mantenimiento de la solución de saneamiento establecida en la comunidad, dar conocer las problemáticas ambientales asociadas a una inadecuada disposición de aguas residuales y cómo afecta a las fuentes de agua.	Gestión adecuada de las aguas residuales. Gestión inadecuada de las aguas residuales y sus consecuencias. Conexión de las aguas residuales y las fuentes de agua.

Glosario de términos

Actividad antrópica	Cualquier acción o intervención realizada por el ser humano sobre la faz del planeta. Ejemplo: deforestación, cultivo, emisión de gases a la atmósfera, etc.
Escarpado	Terreno que tiene una gran pendiente.
Fisuramiento	Abertura similar a grietas en el terreno.
Georreferenciación	consiste en determinar las coordenadas geográficas que ocupa un elemento en el espacio.
Infiltración	Se denomina capacidad de infiltración a la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo
Infiltrómetro	Es un dispositivo que permite medir la capacidad de infiltración de los suelos
Micro-relieve	O Rugosidad. Se refiere a la configuración de la superficie del terreno, a su micro topografía, desde la escala milimétrica hasta la métrica. La rugosidad de la superficie influye considerablemente en el reparto de agua de lluvia entre infiltración y escorrentía.
Perímetro de protección	Área en torno a una captación en la cual, donde forma graduada, se restringen o prohíben las actividades o instalaciones susceptibles de contaminar las aguas subterráneas o que afecten al caudal realmente aprovechable para el abastecimiento a la población. El área del perímetro de protección tiene una forma y extensión que puede variar según el sentido de circulación del agua dentro del acuífero, la vulnerabilidad de este y la movilidad y peligrosidad de contaminantes que puedan circular en él. Para determinar el perímetro de protección existen diversos modelos y formulaciones cuya aplicación depende de la información con que se cuente y del grado de protección que se quiera obtener.
Permeabilidad	Es la capacidad del terreno de permitir que un fluido lo atravesase sin alterar su estructura interna.
Porosidad	Es la cantidad de poros, huecos o espacios vacíos que se encuentra en una superficie de terreno.
Textura del suelo	La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.
Vivero	El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas.
Zona de recarga hídrica	O área de recarga. Es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual, por las condiciones climatológicas, geológicas y topográficas, una gran parte de las precipitaciones se infiltran en el suelo, llegando a recargar los acuíferos.

Instituciones que integran el FOCARD-APS



Belice: Ministry of Health



Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS



El Salvador: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, ANDA



Honduras: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados, SANAA



Nicaragua: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL



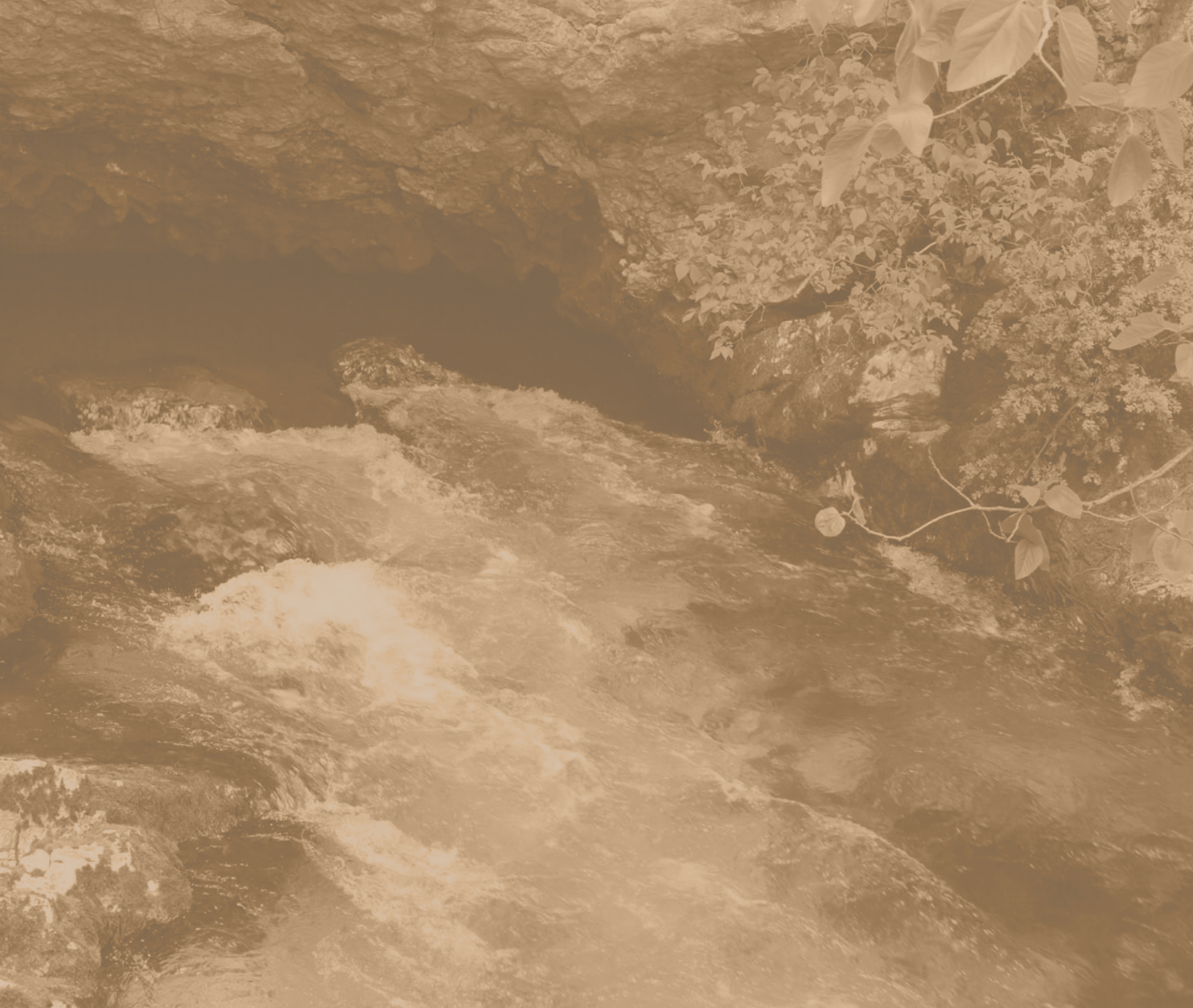
Costa Rica: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, AyA



Panamá: Ministerio de Salud, MINSA



República Dominicana: Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados, INAPA



OFICINA REGIONAL / FOCARD-APS/SICA

Edificio SICA, Final Bulevar Cancillería,

Distrito El Espino, Ciudad Merliot,

Antiguo Cuscatlán, La Libertad,

El Salvador, Centroamérica

Tels: +503 2248-8984 / 2248-8800

www.sica.int/focardaps