



## IDENTIFICACIÓN DE LAS AREAS DE RECARGA ACUIFERA Y ZONAS DE PROTECCION DE LOS MANANTIALES DEL CANTON CENTRAL DE CARTAGO

Guzmán Monge, Ana<sup>♦</sup>. y Díaz Hernández, Arnulfo<sup>♣</sup>.

**Resumen** *La Municipalidad de Cartago en conjunto con la Subregión Oriental del Área de Conservación de Cordillera Volcánica Central del MINAE, han llevado a cabo un proceso desde el año 1998 para la identificación y protección de las áreas que alimentan los manantiales que abastecen la zona norte del Cantón Central de Cartago.*

*Esto con el objetivo de contar con un recurso hídrico protegido y manejado en forma sostenible, y que garantice su calidad y cantidad, en beneficio de las actuales y futuras generaciones. En la actualidad se tienen identificadas las áreas de recarga acuífera para cuatro nacientes con sus respectivas zonas de protección.*

*El proyecto cuenta con un plan de Educación Ambiental, que busca trabajar con las comunidades y usuarios, conjuntamente con las instituciones estatales para desarrollar acciones dirigidas a la sensibilización de todos los sectores sociales, sobre la importancia de la protección, manejo, uso y conservación del agua sus áreas de recarga.*

*Es por ello que se ha trabajado con personas y grupos organizados en Cot, Tierra Blanca, Ochomogo y Quircot, donde se ha hecho llegar información a distintos sectores de la sociedad, tales como empresarios, agricultores, estudiantes, entre otros. Se maneja un plan de reforestación con el que se pretende la siembra de 3.000 árboles en un año.*

**Palabras claves:** Manantiales, Recarga Acuífera, Educación Ambiental, comunidades, Costa Rica, Cartago.

### 1. Introducción

Desde el año 1998, el Área Técnica de Acueductos de la Municipalidad de Cartago en conjunto con la Subregión Oriental del Área de Conservación Cordillera Volcánica Central del Ministerio de Ambiente y Energía (SOR-ACCVC-MINAE), han llevado a cabo un proceso para la identificación y protección de la superficie donde se infiltra el agua de las nacientes que abastecen la zona norte del Cantón Central de Cartago. En

---

<sup>♦</sup> Consultora Área Técnica de Acueductos- Municipalidad de Cartago, apguzmanm@yahoo.com

<sup>♣</sup> Enlace de Recursos Naturales SOR-ACCVC-MINAE. adiaz1@costarricense.cr

las primeras etapas del proyecto se contó con la asesoría técnica y apoyo del Sistema Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA).

Este proyecto ha requerido un esfuerzo por parte de las instituciones involucradas, por lo que se desarrolla este material informativo de consulta con un resumen de toda la información disponible, que se espera sea de interés de la comunidad y distintos entes públicos y privados, y así apoyen las distintas iniciativas que se ejecutan y las que se puedan plantear en un futuro para trabajar unidos por un recurso hídrico en cantidad y calidad adecuado para consumo humano.

### 1.1 Antecedentes

En el año de 1998, por iniciativa de la SOR-ACCVC- MINAE y en función de cumplir lo estipulado por el artículo 33 de la Ley Forestal 7575 sobre las Áreas de Protección, se le planteó a todas las municipalidades de la provincia de Cartago la posibilidad de realizar un proyecto dirigido a la protección de las fuentes de agua subterráneas que abastecen a cada comunidad, ya que existía -y aún existe- una preocupación por la sostenibilidad futura del abastecimiento del agua (Ministerio de Ambiente y Energía, 1999). En ese momento solo la Municipalidad de Cartago aceptó y hasta la actualidad esta institución ha venido trabajando en este proyecto junto la SOR-MINAE.

Para iniciar el proyecto, se presentó la iniciativa al Sector Agropecuario, órgano donde se concentran todas las instituciones del sector ambiental y agropecuaria, que dio su aval y apoyo, gestionándose la participación de un geólogo del SENARA.

El artículo 33 de la Ley Forestal 7575 dice literalmente que se declaran áreas de protección las siguientes:

- a)** Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.
- b)** Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o

arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.

**c)** Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.

**d)** Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley.

## 1.2 Objetivo General

El objetivo general del proyecto es poder contar con un recurso hídrico protegido y manejado en forma sostenible, que garantice su calidad y cantidad, en beneficio de las actuales y futuras generaciones (Ministerio de Ambiente y Energía. 1999).

## 1.3 Resultados Esperados

1. Contar con los productos o herramientas necesarios para la toma de decisiones relativas a planes reguladores
2. Un Recurso hídrico de cantidad y calidad comprobada para satisfacer los diversos requerimientos y usos.
3. Una sociedad sensibilizada y educada en cuanto al uso y valor del recurso hídrico.
4. Contar con políticas y estrategias municipales relativas al recurso hídrico.

## 1.4 Ubicación del estudio

De las nacientes que se utilizan para abastecer parte de la población del cantón Central de Cartago se escogieron, para efectos de los estudios, las cuatro nacientes más importantes, según el caudal que cada una representa. Dichas nacientes son, a saber:

❖ Arriaz y Río Loro: ubicadas en Ochomogo, cercanas al Plantel de RECOPE. Abastecen parte del distrito de San Nicolás: Taras, Ochomogo, Los Diques, Quircot, entre otros lugares. Ubicación Geográfica: Arriaz coordenadas Lambert: 208100 Norte y 453500 Este, Río Loro 210150 Norte y 542.600 Este. Cada una tiene una producción de 60 l/s (Municipalidad de Cartao, 2000).

Paso Ancho y Lankaster: ubicadas al sur de Cot, abastecen las comunidades de San Blas, el Carmen, y otras partes de Cartago Centro. Ubicación Geográfica: 207400 Norte y 550500 Este y 207200 Norte y 550.400 Este, respectivamente. Estas nacientes están separadas por una distancia aproximada de 300 m, por tanto su estudio se realizó como si fueran una sola naciente. Cada una tiene una producción de 70 l/s aproximadamente (Municipalidad de Cartago, 2000).

## **2. Marco Teórico**

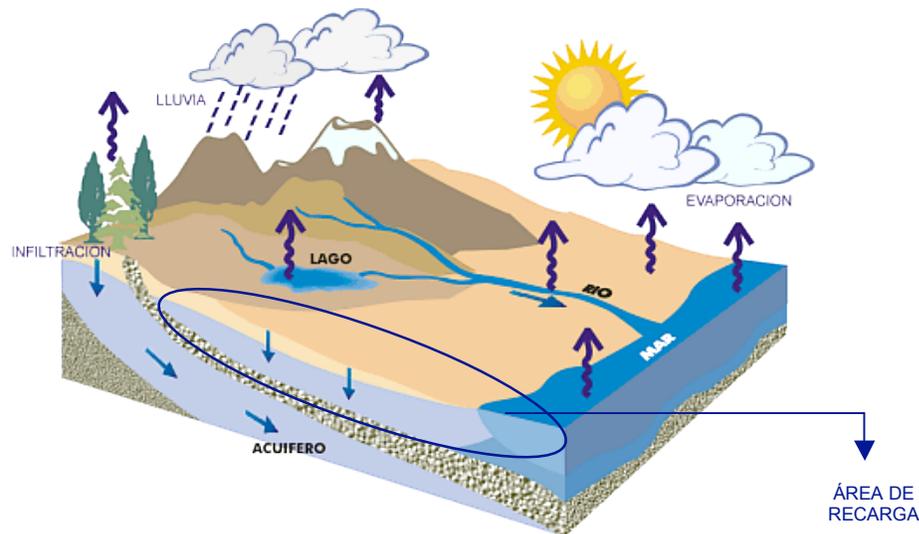
### 2.1 Área de recarga Acuífera

Al hablar de un acuífero nos estamos refiriendo a una o más capas subterráneas de roca o de otros elementos geológicos saturados que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad capaz de almacenar y transmitir agua subterránea y que puede ser aprovechada para uso humano (5).

Según el Reglamento de la ley Forestal<sup>1</sup>, las áreas de recarga acuífera son “Superficies en las cuales ocurre la infiltración que alimenta los acuíferos y cauces de los ríos...” (Figura 1). En nuestro país existen instituciones públicas competentes en la delimitación de estas áreas tales como el MINAE, junto al A y A o el SENARA.

---

<sup>1</sup> Decreto Ejecutivo No. 25721-MINAE, publicado en La Gaceta N° 16, 23 de enero de 1997



**Figura 1.** Ciclo hidrológico del agua. Se observa la formación del acuífero a través de la infiltración. Fuente: [www.unesco.org.uy](http://www.unesco.org.uy)

Según la legislación de nuestro país, es necesario seguir un procedimiento para declarar un área de recarga acuífera. Primero deberá contar con los estudios técnicos, que determinen la dirección del flujo del agua y la importancia del acuífero para consumo humano.

Segundo, la Administración Forestal del Estado (AFE) elaborará un levantamiento del área en cuestión y un estudio sobre la tenencia de la tierra. Tercero, se realizarán los respectivos avalúos (valor de la propiedad) y mediante un procedimiento administrativo los hará comunicar a cada propietario(a) a fin de que éste decida si se somete voluntariamente al Régimen Forestal o si acepta el pago por parte de la AFE, para formalizar la compra directa. En caso contrario, se procederá a la expropiación (Art. 94, del Reglamento a la ley Forestal 7575).

### 3. Metodología y Resultados

#### 3.1 Etapas del Proyecto

El proyecto ha sido dividido en tres etapas, a saber:

### **3.2.1 Diagnóstico**

Esta etapa de diagnóstico consistió en el levantamiento e inventario de la información existente, validación, ubicación, relevancia de la misma para alcanzar los objetivos. Para esta I etapa fue necesaria la contratación de dos geólogos que realizaron una investigación, donde se logró hacer una recopilación de información relacionada al recurso hídrico de toda el área que comprende la hoja Istarú, aquí se obtuvieron los costos aproximados de la segunda etapa, y la metodología más acertada para ésta (Municipalidad de Cartago, 2000).

Este estudio deja claro que existía escasa información y que ha existido poca investigación sobre el recurso hídrico dentro del área de estudio. Además, la información existente se encuentra muy dispersa entre todas las instituciones involucradas con este recurso (Municipalidad de Cartago, 2000).

### **3.2.2 Determinación de las áreas de Recarga acuífera y zonas de protección de los manantiales**

En el año 2001, la Municipalidad de Cartago contrató a una geóloga, que realizó un estudio técnico detallado que llevó a la identificación de las tres áreas de recarga acuífera, y al diseño de los esquemas donde se detalla la ubicación de éstas como tubos de flujo del agua subterránea (estos tubos son imaginarios) sobre los mapas correspondientes (Figura 2).

La metodología utilizada para obtener estos resultados se menciona a continuación (Municipalidad de Cartago, 2001):

Geología de campo basada en las hojas topográficas: Reventado, Ochomogo, Cot y Tres Ríos a escala 1:10 000.

Se estudia sobre la hidrología dentro de las zonas de estudio: para ello se utilizan los datos climatológicos, pruebas de infiltración con el método de anillo doble, cuantificación de la escorrentía superficial, y una clasificación de los suelos.

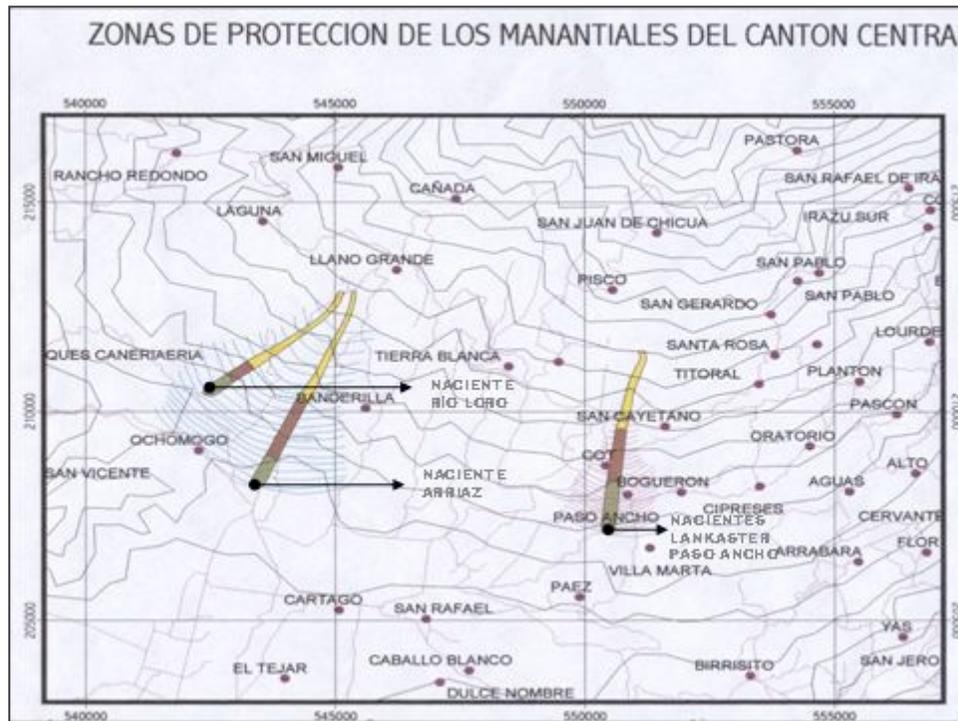
Dentro del estudio se analizan los Recursos Hídricos de la zona tanto subterráneos como superficiales, dando a este último un enfoque de microcuenca, donde las nacientes Río Loro y Arriáz se encuentran dentro de la Microcuenca Fierro-Río Reventado y las nacientes de Paso Ancho y Lankaster a la Microcuenca Páez y Birrisito.

Entre los pozos disponibles, se utilizaron datos del bombeo del pozo IS-62 para la determinación de los parámetros hidráulicos del acuífero. Se analizaron datos como los que brindan los pozos cercanos, se calculó la transmisibilidad, la dirección de flujo, los tiempos de tránsito, ancho de cada tubo, y el diseño de los perfiles hidrológicos. Todos estos datos y enfoques del estudio ayudan al trazo más exacto de las áreas de recarga acuífera de las cuatro nacientes.

Al definir estas áreas, se pueden señalar cuales son las zonas de protección (Figura 2). Dependiendo de la zona identificada existen ciertas restricciones con respecto al uso del suelo; por ejemplo, existe una zona de protección absoluta en la cual no debería realizarse ninguna actividad que no sea reforestación con fines de protección, mientras que en la realidad, se tienen asentamientos humanos, agricultura convencional y ganadería (Municipalidad de Cartago, 2001).

Dentro de este estudio se analizó la Vulnerabilidad de contaminación de las aguas subterráneas con el índice DRASTIC, los resultados de estos estudios señalan que las

zonas de protección absoluta de las cuatro nacientes tienen una alta vulnerabilidad, en especial las nacientes de Paso Ancho y Lankaster (Municipalidad de Cartago, 2001).



**Figura 2.** Ubicación de las Áreas de Recarga Acuífera para las nacientes Río Loro, Arriaz, Paso Ancho y Lankaster. Las zonas de protección se diferencian según el color: verde corresponde a la zona de protección absoluta (inferior) zona roja es una zona de protección intermedia con restricciones en densidad de población, la zona amarilla también tiene restricciones aunque es un poco más flexible (superior). Fuente: Municipalidad de Cartago

### 3.2.3 III ETAPA. Utilización de los productos

*“El objetivo de esta etapa es que las municipalidades y demás instituciones públicas y privadas, hagan uso de la información generada, como una herramienta para la planificación y toma de decisiones, incorporandola en los planes reguladores y de proyección hacia las comunidades” (Municipalidad de Cartago, 1999).*

La información de las áreas de recarga en cuestión se encuentra digitalizada, mediante un sistema de información geográfica. Se han desarrollado estudios de tenencia de tierra y de uso actual del suelo, para darle continuidad al proceso de declaración de las áreas recarga de las nacientes como áreas de protección según el artículo 94, del Reglamento a la ley Forestal 7575, pero aún es necesario estudios de conflicto de suelos y los respectivos avalúos de los terrenos, que se espera sean realizados próximamente.

A continuación se mencionan los distintos enfoques que se le ha dado a esta tercera etapa:

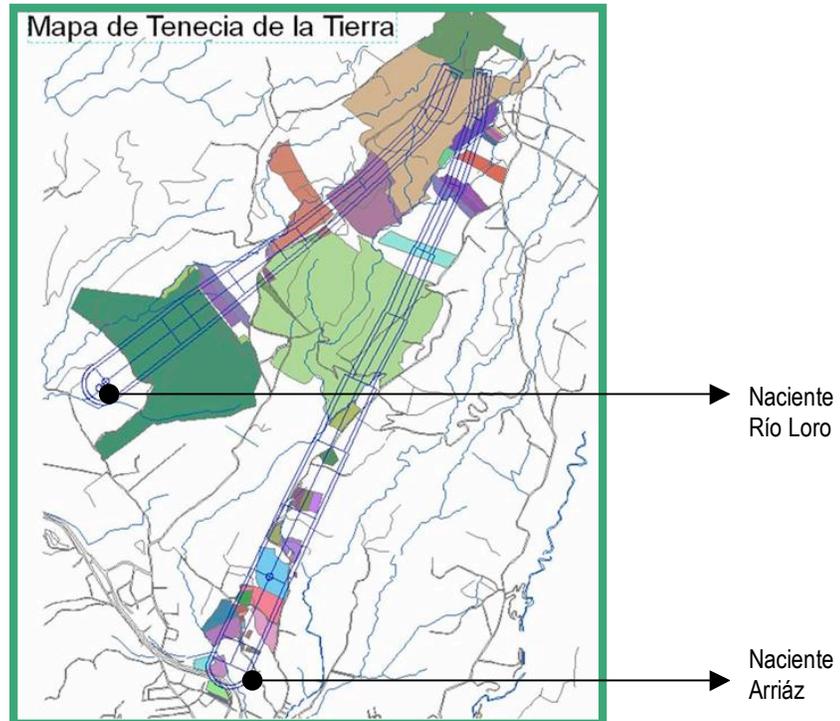
#### 3.2.3.1 Estudio Tenencia de Tierra

Se contrató una consultoría para definir quienes son los propietarios de los terrenos que se encuentran dentro de estas áreas de recarga acuífera. Los estudios fueron realizados con información obtenida del Catastro Nacional. Las propiedades ubicadas se encuentran debidamente inscritas en el Registro Público de la Propiedad (Municipalidad de Cartago, 2005).

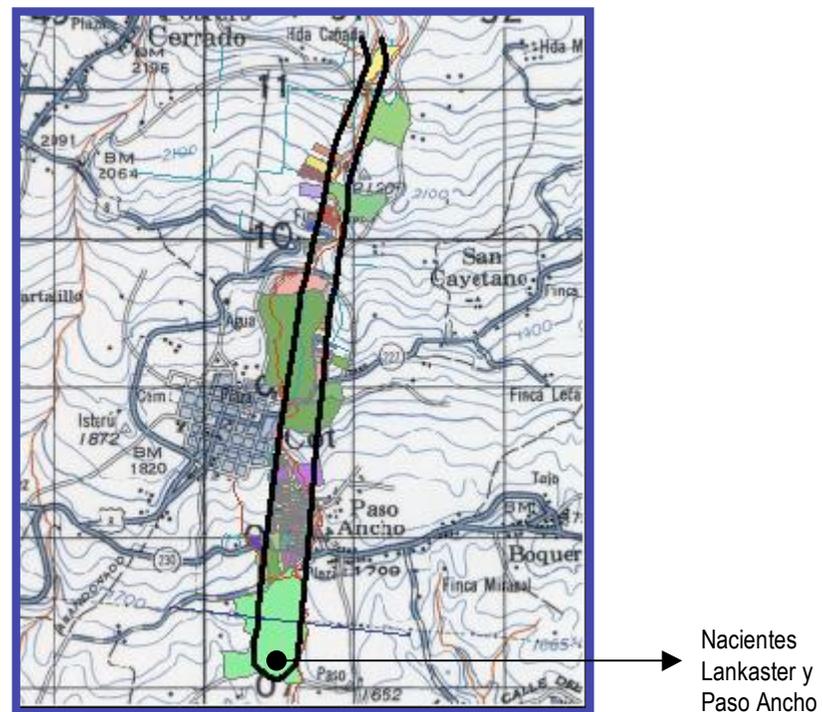
Como parte del estudio quedó en la Municipalidad los expedientes físicos con la información de las fincas localizadas (Nombre propietario registral, número de finca, estudio registral de propiedad y copia certificada de los planos de catastro). La información se encuentra digitalizada y georeferenciada en como parte del sistema de información geográfica elaborado para el manejo de la misma (Figura 3 y 4).

De acuerdo con el estudio catastral, el 100% del área de recarga no posee planos catastrados, lo cual es un inconveniente que no permitió que se tenga información de forma completa de todos los propietarios, por lo que se observan espacios vacíos (Figura 3 y 4). Además existen propiedades que han sido segregado en múltiples partes

pero solo se presenta información sobre el plano madre (Municipalidad de Cartago, 2005).



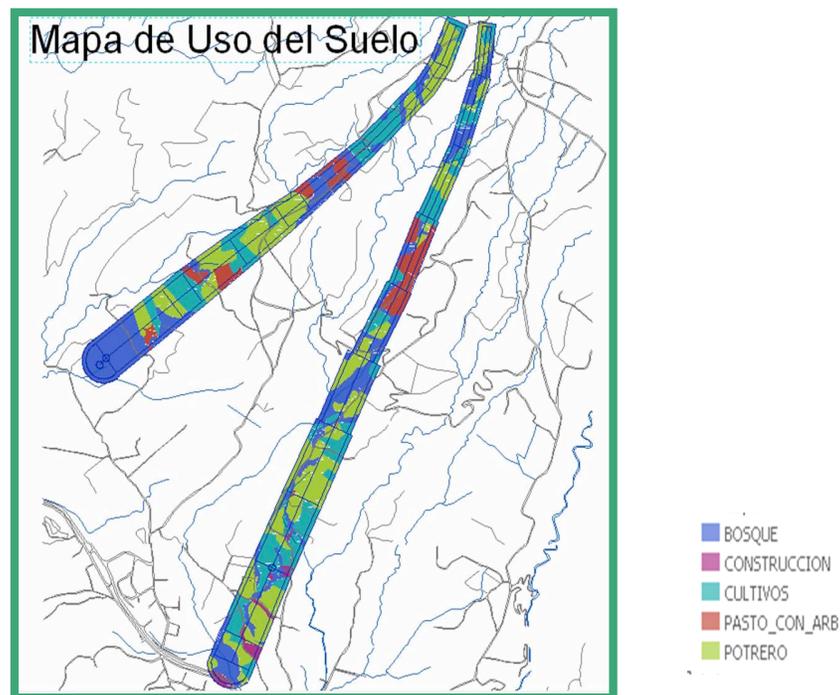
**Figura 3.** Mapa de Tenecia de tierra para las nacientes de Río Loro y Arriáz. Fuente: Municipalidad de Cartago, 2005.



**Figura 4.** Mapa de Tenencia de tierra para las nacientes de Lankaster y Paso Ancho. La propiedad en la parte inferior al área de recarga acuífera corresponde a una finca ganadera. Al norte de ésta se encuentra el asentamiento humano Garabito. Fuente: Municipalidad de Cartago, 2005.

### 3.2.3.2 Estudio Uso actual del Suelo

Este estudio, detalla cuál es el uso actual del suelo dentro de las áreas de recarga acuífera. Para ello fue necesario un estudio de campo, propiedad por propiedad y trasladar la información a forma digital. Igualmente se utilizó un sistema de información geográfica para el manejo de la información. En la figura 5, se muestra el uso de suelo en forma general para los tubos de las nacientes Arriaz y Río Loro (Municipalidad de Cartago, 2005).



**Figura 5.** Mapa de Uso del suelo de las áreas de recarga de Río Loro y Arriáz. Fuente: Municipalidad de Cartago, 2005.

Según el estudio de uso actual del suelo, existe un 32% del suelo dedicado a potreros, un 29% dedicado a cultivos, el 29% está conservado en bosques, 8% está en pastos

con árboles, y solo un 3% se ha dedicado a la construcción. En total son 283.5 hectáreas .

Para las áreas de recarga acuífera de Lankaster y Paso Ancho, la información sobre el uso de suelo se encuentra dentro del estudio de tenencia de tierra, de esta forma podemos saber si una determinada finca está siendo utilizada para cultivos, bosque, potrero o construcción.

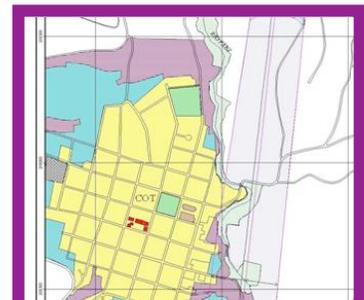
La mayoría del suelo dentro del perímetro del tubo Lankaster y Paso Ancho se encuentra utilizada para cultivos, existen pequeños parches de bosque a las orillas del río Paéz, además de construcciones de forma aislada y del proyecto Garabito del Instituto de Desarrollo Agrario (IDA) (10).

### 3.2.3.3 Plan Educación Ambiental

El Plan de Educación Ambiental (PEA) fue diseñado por un equipo interinstitucional entre el SINAC-MINAE, CIPA-TEC, INA y la UNED. Para el éxito de este plan, se requiere de la participación de muchas instituciones tanto públicas como privadas, así como de una participación activa de las comunidades involucradas, asociaciones de desarrollo, grupos comunales, estudiantes, empresarios y agricultores.

El plan de Educación Ambiental busca desarrollar acciones dirigidas a la sensibilización de todos los sectores sociales, sobre la importancia de la protección, manejo, uso responsable y conservación del agua, desde una perspectiva sostenible (Artavia, *et al*, 2005 y Plan de Educación Ambiental, 2004).

Objetivos específicos



- Identificar la problemática ambiental que afecta la calidad, cantidad y continuidad del recurso hídrico con la participación activa de la comunidad.
- Definir acciones de educación ambiental a realizar con los grupos meta para minimizar los impactos negativos identificados.
- Facilitar el proceso de educación ambiental en las comunidades y usuarios para la conservación de las zonas de protección.
- Fomentar el valor del recurso hídrico sosteniblemente.
- Crear mecanismos de monitoreo y evaluación participativos que permitan medir el impacto de las acciones ejecutadas.
- Divulgar las experiencias

Figura 6. Comunidad de Cot

La meta será contar en un plazo de 5 años, con al menos el 30% de los grupos meta sensibilizados sobre el valor y el uso apropiado del recurso hídrico y contar con el apoyo de otras instituciones tanto públicas como no gubernamentales.

En la actualidad, el Plan se ha estado ejecutando a través de la Educadora Ambiental del MINAE Irene Artavia, quien ha estado trabajando con la comunidad de Cot y ha contado con la colaboración de distintas instituciones y personas en el desarrollo de las actividades. Dentro de las principales actividades que se han desarrollado desde el 2006 se tiene (Artavia *et al*, 2005):

- ~ Celebración del Día Mundial del Agua (22 de marzo) en el 2006, donde se tuvo amplia participación de la comunidad de Cot e institucional.
- ~ Una jornada de reforestación en una naciente de la ASADA de Cot, donde se trabajó con familias.
- ~ 6 diferentes talleres con un enfoque hídrico dirigidos a familias, estudiantes de la escuela y el colegio, con una participación total de 137 personas.

~ Elaboración de un programa de capacitaciones interinstitucional para ocho agricultores de la zona norte de Cartago<sup>2</sup> llamado Promotores Ambientales con énfasis en Recurso Hídrico, que busca la formación de líderes en el tema de la protección del recurso hídrico a través del mejoramiento de las técnicas agrícolas utilizadas. Esta propuesta cuenta con el apoyo de varias instituciones entre las que se encuentran la SOR-ACCVC-MINAE, Municipalidad de Cartago, Instituto Nacional de Aprendizaje, Municipalidad de Oreamuno, Agencia de Servicios Agropecuarios de Tierra Blanca - Ministerio de Agricultura.

El trabajo con comunidades rurales presenta inconvenientes tales como: Falta de interés de los grupos organizados e instituciones que limita la continuidad, conflictos sociales y económicos, organización dispersa, falta de recursos financieros, de equipo audiovisual y personal operativo (Artavia *et al*, 2005).

En las comunidades de Ochomogo y Quircot, se encuentra el Antropólogo Kenneth Carvajal, contratado por la Municipalidad, realizando un esfuerzo por la sensibilización de las comunidades.

Entre los principales logros obtenidos en corto tiempo se tiene (Artavia *et al*, 2005):

- ~ Diagnóstico socio-cultural y ambiental de Ochomogo y en Quircot.
- ~ Dos charlas sobre la situación mundial del agua y en el cantón de Cartago en las comunidades de Ochomogo y Quircot, así como una charla con el tema de legislación ambiental para Ochomogo.
- ~ Tres talleres con estudiantes de tercer y sexto grado de la Escuela Carlos Monge y de la Escuela de Quircot sobre el agua en sus comunidades.
- ~ Diseño de tres boletines con información sobre uso eficiente de agua, este material ha sido entregado a personas de la comunidad y estudiantes de manera personal por

---

<sup>2</sup>Agricultores ubicados sobre el Área de Recarga Acuífera de las nacientes de Paso Ancho y Lankaster

parte del educador ambiental, de esta forma le comenta a la persona receptora sobre el contenido del boletín (Carvajal, 2006<sup>3</sup>).

~ Taller con empresarios de la zona de Ochomogo, sobre ecosaniamiento y recurso hídrico, con una participación de 5 empresas.

~ Talleres de elaboración de papel reciclado con la ayuda de Hirofumi Hara, cooperante japonés de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, con dos grupos de la Escuela Carlos Monge.

En Ochomogo ha existido el inconveniente de que personas que fueron contactadas, tienen Intereses político- partidistas que interfirieron en un principio con la idea de la propuesta de trabajo en la comunidad. Además, existe una problemática social al ser una comunidad urbano marginal. Existe una idea entre los pobladores que el agua es un recurso abundante e inagotable.

#### 3.2.3.4 Plan de Reforestación

Para el año 2006, se tenía la meta de sembrar 2000 árboles, de los cuales se logró la siembra de 1500. Las especies cultivadas son nativas de nuestro país, son de altura y son adecuadas para la protección de agua. Se han logrado sembrar en la cercanía de algunas nacientes, y periódicamente se les da un seguimiento.



<sup>3</sup> Carvajal, K. 2006. Comunicación Personal. Forma de distribución de los Boletines del Agua en la comunidad de Ochomogo. Municipalidad de Cartago.

**Figura 7.** Árboles donados por la Municipalidad de Cartago, sembrados en los alrededores de una nacientes administradas por la ASADA de Cot.

Para este año, la meta es la siembra de 3.000 árboles que han sido distribuidos entre las distintas personas interesadas en la siembra de árboles, dentro de los que se incluyen agricultores que se encuentran sobre las áreas de recarga acuífera de Paso Ancho y Lankaster, zona cercana a Arriaz, nacientes, ASADAS, empleados municipales, entre otros. Se han entregado especies de altura, nativas y algunas exóticas con usos ornamentales o frutales. Las especies nativas son para usos de protección, cercas vivas y frutales.

#### 3.2.3.5 Proyectos en ejecución

Se trabaja en el diseño de un Parque Ambiental en el área de la Naciente de Arriaz, que es terreno municipal. A nivel institucional será un proyecto innovador. Además será una forma de controlar el ingreso a esta naciente ya que existen problemas de vandalismo. También permitirá tener un contacto más cercano con la comunidad y de crear una opción de recreación, mientras se educa a niños y jóvenes sobre la importancia de recurso hídrico. Este proceso es dirigido por el Centro de Investigación de Protección Ambiental CIPA-TEC.

Se desea desarrollar un proyecto de Uso Eficiente del Agua, en la comunidad de Dulce Nombre, con el fin de sensibilizar a las personas sobre el despilfarro del agua, y la creación de un modelo reproducible a nivel municipal. Este proceso será en conjunto con el CIPA-TEC.

A partir de marzo y durante dos años, se cuenta con la participación de un educador ambiental japonés, que fue solicitado por el CIPA-TEC a JICA, quien tendrá a cargo el fortalecer las distintas labores en el área ambiental.

### 3.3 Fuente de Financiamiento

Los estudios y los esfuerzos realizados, se han financiado a través del dinero que por concepto de timbre de Parques Nacionales recauda la Municipalidad en el cobro de patentes municipales y patentes de lugares donde se venden o consumen bebidas alcohólicas. De éste ingreso, un 30% debe destinarlo el municipio a la formulación e implementación de estrategias locales de desarrollo sostenible<sup>4</sup>

Además, cada institución involucrada ha aportado personal valioso, tiempo, infraestructura, material de oficina, transporte, refrigerios, árboles y otros materiales y utilidades y servicios.

### 3.4 Principales Inconvenientes

Los principales inconvenientes que se han detectado para una eficiente protección de los recursos hídricos y en los cuales hay que trabajar para superarlos:

- No se cuenta con la información completa sobre propietarios que tienen terrenos sobre las áreas de recarga acuífera.
- Sobre las áreas de recarga acuífera identificadas existe mucha actividad agrícola, con uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos, existe además un mal uso del suelo por tanto hay una elevada erosión.
- Al dedicarse estas tierras a actividades agrícolas y de ganadería, presentan una cobertura boscosa muy escasa.
- Existe una falta de interés de la población en general por temas ambientales.
- Existen asentamientos humanos sobre las zonas que deben ser de protección absoluta.

---

<sup>4</sup> Ley de Biodiversidad No. 7788, artículo 43.

- Los ríos que pasan cercano de las áreas de recarga acuífera y que en ciertos puntos se cruzan, son ríos muy degradados, que presentan contaminación con aguas negras, aguas grises y desechos sólidos.
- Falta de divulgación del proyecto.

#### **4. Bibliografía**

1. Artavia, I., Carvajal, K. y Guzmán, A. 2005. Compartiendo experiencias: Plan Educación Ambiental de las áreas de recarga acuífera Cantón Central de Cartago. MINAE-Municipalidad de Cartago. Sub-región Oriental, Ministerio de Ambiente y Energía. Cartago, Costa Rica. 5p.
2. Barrantes, G., Jiménez, L. y Maldonado, T. 2005. Undécimo informe sobre el Estado de la Nación en desarrollo Humano sostenible. Informe final: Disponibilidad del recurso hídrico y sus implicaciones para el desarrollo en Costa Rica. Consejo Nacional de Rectores y Defensoría de los Habitantes. Fecha de Consulta: febrero 2007: Disponible en:  
[http://www.estadonacion.or.cr/Info2005/Ponencias/Disponibilidad\\_recurso%20hidricos\\_%20implicaciones.pdf](http://www.estadonacion.or.cr/Info2005/Ponencias/Disponibilidad_recurso%20hidricos_%20implicaciones.pdf)
3. Díaz, Arnulfo. S.f. Antecedentes Identificación de áreas de recarga acuífera y zonas de protección de Cartago. SOR-ACCVC-MINAE. Cartago, Costa Rica. Presentación Power Point del proyecto.
4. Díaz, Arnulfo. S.f. Identificación de las áreas de recarga acuífera y zonas de protección de los manantiales del Cantón Central de Cartago. SOR-ACCVC-MINAE. Cartago, Costa Rica. Presentación Power Point del proyecto.
5. Ley de Recurso Hídrico. 2004. Proyecto de ley Expediente N° 14.585. Asamblea Legislativa de Costa Rica.
6. Ministerio de Ambiente y Energía. 1999. Identificación de Áreas de Recarga Acuífera y Zonas de Protección, Cartago (proyecto). MINAE-SENARA-Municipalidades de la Provincia de Cartago. Roberto Ramírez, Arnulfo Díaz, Maribel Solano. Sub-región Oriental, Ministerio de Ambiente y Energía. Cartago, Costa Rica. 22p.
7. Municipalidad de Cartago. 2000. Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Municipalidad de Cartago. Informe final de consultoría Farjado y Asociados. Municipalidad de Cartago-SENARA-MINAE. Área Técnica de Acueductos. Cartago, Costa Rica 48 p.
8. Municipalidad de Cartago, 2001. Delimitación de las zonas de Protección de los Manantiales del Cantón Central de Cartago. Informe final de consultoría. Geol. Viviana Ramos. Municipalidad de Cartago-SENARA-MINAE. Área Técnica de Acueductos. Cartago, Costa Rica. 74 p. Anexos y mapas.
9. Municipalidad de Cartago. 2005. Estudio de Tenencia de la tierra y uso del suelo de las zonas de recarga acuífera de las nacientes de Río Loro y Arriáz. Informe final de Consultoría. Consultora RADIMA, S.A. Área Técnica de acueductos, Municipalidad de Cartago. Cartago, Costa Rica. Versión digital e impresa.

IX Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**  
24 y 25 de agosto, 2007, Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica

19

10. Municipalidad de Cartago. 2006. Estudio de Tenencia de la tierra y uso del suelo de las zonas de recarga acuífera de las nacientes de Paso Ancho y Lankaster. Informe final de consultoría. Consultora RADIMA, S.A. Municipalidad de Cartago-SENARA-MINAE. Área Técnica de Acueductos. Cartago, Costa Rica. Versión digital e impresa.
11. Plan de Educación Ambiental (PEA). 2004. Plan Interinstitucional: Educación Ambiental para las Áreas de Recarga Acuífera de las zonas de protección de Cartago. SOR-ACCVC-MINAE, CIPA-TEC, UNED, INA y Municipalidad de Cartago. Sub-región Oriental, Ministerio de Ambiente y Energía. Cartago, Costa Rica.
12. Costa Rica, 1997. Reglamento a la Ley Forestal 7575. Publicado en La Gaceta N° 16, 23 de enero de 1997. Costa Rica.