



UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

“Práctica profesional supervisada como cumplimiento de los requisitos para el bachillerato en CIENCIAS GEOGRÁFICAS CON ÉNFASIS EN ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO”

Análisis de la caracterización del uso de la tierra en las áreas de protección de las nacientes de los cantones San Rafael, San Pablo, San Isidro y Belén; Heredia, año 2017.

Carrera: Ciencias Geográficas con énfasis en Ordenamiento del Territorio.

Curso: Práctica Profesional Supervisada.

Código: GEI 427.

NRC: 42597.

Estudiante:

Mariam Mora Álvarez 305070800.

Docente: Luis Guillermo Calderón Ramírez.

Tutor: Meryll Arias Quirós.

I ciclo, 2020.

Tabla de Contenido

Lista de acrónimos	3
Introducción	4
Perfil de la institución	5
Planteamiento del problema	6
➤ Delimitación del problema	9
Objetivos	9
➤ Objetivo general	9
➤ Objetivos específicos	9
Justificación	10
Marco teórico	12
Metodología	18
Análisis y resultados.....	23
➤ Cap. 1. Evaluación de los manantiales en sobre uso y uso conforme de la tierra en áreas de protección definidas en el artículo 33 de la Ley Forestal a través de cartografía	23
➤ Cap. 2. Amenazas presentes alrededor de los manantiales por la dinámica espacial .	48
Conclusiones y recomendaciones	53
Bibliografía	54
Anexos	59

Lista de acrónimos

AyA	Sistema de Acueductos y Alcantarillados
DA	Dirección de Agua
GAM	Gran Área Metropolitana
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INVU	Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
PLANOT	Plan Nacional de Ordenamiento Territorial
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SINIGIRH	Sistema Nacional de Información para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Introducción

Las áreas de protección llevan un rol muy importante en el país, así como también los parques nacionales, reservas forestales y áreas protegidas, entre otras; las áreas de protección son territorios geográficos determinados en los que se debe cumplir una normativa definida con el fin de proteger el área en cuestión. En el artículo 33 de la Ley Forestal 7575 se declaran las siguientes como áreas de protección : las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal; 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; 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; y, 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.

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación junto con otros entes como la Dirección de Agua, es dependiente del MINAE., encargado de varias funciones que consisten en la gestión de disciplinas competentes como es la materia forestal, vida silvestre, la conservación y protección, lleva a cabo las directrices que se ejecutan en la Ley Forestal, Ley de Aguas y la Ley de Biodiversidad, entre otras., para que se acaten las medidas que estas normas establecen. El manejo, conservación, protección y distribución del recurso hídrico va de la mano de diferentes instituciones que están encargadas de velar que las presiones por parte del sector poblacional hacia el agua y la planificación inadecuada no afectan la disponibilidad del recurso.

Por lo tanto, el presente documento responde a una recopilación de información de nacientes dictaminadas por la Dirección de Agua en los cantones San Rafael, San Isidro, San Pablo y Belén de Heredia para delimitar a través de cartografía el área de protección determinada en el artículo 33 de la Ley Forestal, en función de las competencias del SINAC. En primer momento se presentan las variables desarrolladas para la comprensión de los resultados, seguidamente el desarrollo del primer capítulo que consiste en una evaluación de las nacientes con el criterio de uso de la tierra en el área de protección y, por último, una

determinación de las posibles amenazas que ponen en riesgo el estado de protección de los manantiales.

Perfil de la institución

Con el fin de innovar y redefinir el rol de Estado en la gestión de áreas protegidas y principalmente de ejercer funciones como un sistema de gestión y coordinación institucional nace la idea de crear el Sistema Nacional de Áreas de Conservación como un ente dependiente del MINAE, el cual integra las competencias en materia forestal, vida silvestre, áreas protegidas y la protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos con el fin de dictar políticas, planificar y ejecutar procesos dirigidos a lograr la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales del país.

Como ya se mencionó es una dependencia del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), y fue creado mediante el artículo 22 de la Ley de la Biodiversidad N° 7788, en 1998. Ante la mención, los atributos que se le otorgan al SINAC son: 1. La función de competencias que corresponden a Vida Silvestre, Áreas Protegidas, Recursos Hídricos y Forestal; 2. Áreas de Conservación de todo el país; y 3. Un total de 83 órganos pertenecientes a CONAC, CORACs, COLACs, Comités Científicos y COMISIONADOS DE AC (Brenes y Soto, 2017).

El SINAC “es un concepto de conservación integral, que ofrece la posibilidad de desarrollar una gestión pública responsable, con la participación del Estado, la Sociedad Civil, la empresa privada, y de cada individuo del país interesado y comprometido con la construcción de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado” (SINAC, s.f.). El eje fundamental y filosófico administrativo se sustenta en el enfoque de las 3D, Desconcentración, Descentralización, y Democratización (Brenes y Soto, 2017). Derivado de este enfoque se definieron también la Visión y Propósito de esta institucionalidad.

Misión

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) de Costa Rica gestiona integralmente la conservación y manejo sostenible de la vida silvestre, los recursos forestales, las áreas silvestres protegidas, cuencas hidrográficas y sistemas hídricos, en coordinación

con otras instituciones y actores de la sociedad, para el bienestar de las actuales y futuras generaciones.

Visión

Un Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) que lidera la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y los recursos naturales, con gestión participativa y equitativa para mejorar y mantener los servicios ecosistémicos, que contribuya al desarrollo sostenible de Costa Rica.

Los valores en los que se apega la institución son:

- ✓ Solidaridad: Es el compromiso manifiesto de los funcionarios con las necesidades de los grupos de interés, los usuarios y sociedad en general.
- ✓ Proactividad: Es la actitud en la que la persona asume el pleno control de su conducta vital de modo activo, lo que implica la toma de iniciativa en el desarrollo de acciones creativas y audaces para generar mejoras, haciendo prevalecer la libertad de elección sobre las circunstancias de la vida.
- ✓ Compromiso: Es la actitud que identifica la lealtad y la dedicación personal, organizacional y ambiental de los colaboradores y cuerpos directivos; es sentir y vivir como propios los objetivos y metas organizacionales, responsabilizándose por el logro de los mismos.
- ✓ Actitud de servicio: Es la conducta para ayudar a otras personas espontáneamente, manteniendo una actitud permanente de colaboración hacia los demás.

Planteamiento del problema

Según el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019 publicado por la UNESCO (2019) “más de 2.000 millones de personas viven en países que experimentan un alto estrés físico por el agua. Aunque el estrés hídrico promedio mundial es solo del 11%, 31 países experimentan estrés hídrico entre el 25% (es el mínimo) y el 70%, y 22 países están por encima del 70%” (p. 15), o sea, experimentan un

alto estrés, además menciona que el agua en el mundo es un recurso cada vez más escaso debido a que el uso del agua ha venido aumentando un 1% anual en todo el mundo desde hace más de 30 años, esta eventualidad de escases se debe según la UNESCO (2019) “por una combinación de aumento de la población, desarrollo socioeconómico y cambio en los modelos de consumo” (p. 1), y se espera que la demanda siga aumentando a un ritmo parecido hasta el año 2050.

El país, tiene 4 301 712 de habitantes según el censo del INEC (2011), la estimación general de cobertura y calidad del agua en Costa Rica para consumo humano hecho por el AyA (2018) con la población estimada por el INEC con la ENAHO en julio 2018, indica que actualmente hay aproximadamente cinco millones (5 003 402) y la gran mayoría, 4 621 998 (92,4%) de habitantes, tienen acceso a agua potable. Sin embargo, existen factores que han perjudicado la producción y conservación de esta; menciona Salas, (2010):

El agua en Costa Rica tiene varios enemigos que con solamente tocarla la ensucian y la contaminan, destruyendo el hábitat de miles de especies marinas y dañando el medio ambiente: se trata de desechos como plaguicidas o hidrocarburos y acciones propias de la mano del ser humano como incendios y urbanizaciones (párr. 1).

Dicho lo anterior, el agua, al ser considerada un servicio ecosistémico del cual se beneficia la sociedad, tanto en la utilización productiva como en el consumo humano del recurso, debe de ser cuidada y preservada no solo para beneficio actual, sino que también para las futuras generaciones. De hecho, como menciona el SINAC (s.f.), “la disponibilidad de agua en los ecosistemas permite el desarrollo o presencia de otros bienes y servicios útiles para la sociedad”. Siendo así que, en caso de disminución de tales ecosistemas por causas naturales o provocadas, repercute directamente en la regulación de los recursos hídricos y afecta el desarrollo de las diversas actividades humanas que sustentan.

Asimismo, es importante mencionar que, uno de los factores más importantes que repercute en las características del uso de la tierra es la expansión urbana, “la urbanización es un proceso territorial y socioeconómico que induce una transformación radical de la cobertura y del uso del suelo, el cual se encontraba ocupado en general por paisajes naturales o estaba dedicado a actividades agropecuarias” (Weber y Puissant, 2003) (citado por Merlotto, Piccolo y Bértola, 2012, p.1), además, mencionan que “constituye el proceso que mayores

cambios produce en el medio ambiente y en el funcionamiento de los ecosistemas y, por lo tanto, está íntimamente ligado al incremento de los problemas ambientales y de los riesgos a fenómenos naturales” (p. 1).

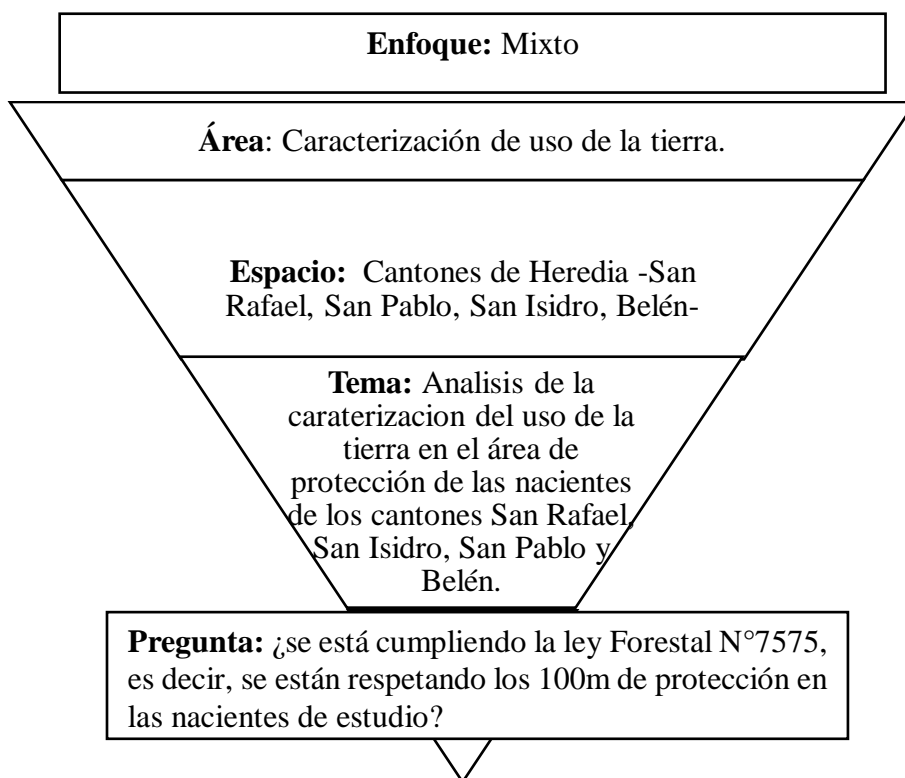
La urbanización acelerada cambia la estructura de las ciudades y afecta su climatología y la de su área circundante, Merlotto, Piccolo y Bértola (2012), dicen que los estudios más frecuentes contemplan la evolución del paisaje urbano sobre el medio natural son los relacionados a la pérdida de tierra rural destinado a la agricultura o a bosques en el periurbano de las grandes urbes del mundo, donde los usos rurales desaparecen frente a la expansión sin control de la ciudad. “Para reconstruir la dinámica del crecimiento de las ciudades y evaluar los cambios en el usos/coertura de la tierra, está ampliamente difundido el uso de fotografías aéreas” (Hathout et al, 2003) (Citados por Merlotto, Piccolo y Bértola, 2012).

En relación con esto, en el área de estudio que abarca los cantones San Rafael, San Isidro, San Pablo y Belén, de la provincia de Heredia y que están dentro de la GAM, se concentra una gran cantidad de población tanto en zonas urbanas como en rurales; conforme se visualiza a través de imagen satelital las zonas urbanas se están expandiendo hacia las zonas más altas y rurales de los cantones, trayendo consigo otras actividades que demanda la estructura humana (diferentes a servicios y comercios) como lo son las actividades agrícolas, pastoreo, ganadería, entre otras., que de una u otra manera afectan y reducen el recurso hídrico, y que para su desarrollo se realizan prácticas que pueden contaminar y desperdiciar el recurso de los manantiales.

Según la Ley forestal N°7575 en el artículo N°33, se declaran áreas de protección las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal y en el artículo N°34 dice que se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional.

Razón por la cual se debe analizar las características de la tierra que se encuentran en el radio de las nacientes (área de protección) para conocer si se encuentran en sobre uso y en uso conforme por lo que surge la interrogante ¿se está cumpliendo la ley Forestal N°7575, es decir, se están respetando los 100 m de protección en las nacientes de estudio? Desarrollando una metodología que consiste en análisis de cartografía con criterios de las nacientes.

Delimitación del problema



Objetivos

Objetivo general

Caracterizar el uso de la tierra aledaño a las nacientes dictaminadas por la Dirección de Agua de los cantones San Rafael, San Isidro, San Pablo y Belén, con la intención de valorar el cumplimiento de la ley Forestal N°7575.

Objetivos específicos

- Elaborar cartografía de uso de la tierra a las nacientes para la evaluación del área de protección de los manantiales que están sobreuso y en uso conforme.
- Analizar la dinámica espacial en el área de protección de las nacientes en función de su uso para la determinación de posibles amenazas a la misma.

Justificación

El país es considerado “uno de los países con mayor riqueza hídrica del continente americano y del planeta, ya que dispone de unos 24,784 m³ por persona al año; esto es más de tres veces el promedio mundial (7 000 m³)” según el AyA (2014), (p.40). Sin embargo, por la planificación desordenada y el mal ordenamiento territorial, no siempre se encuentra este recurso donde se necesita en tiempo y espacio, por lo que ha sido necesaria la construcción de infraestructura para así lograr las cantidades necesarias que deben llegar a cada lugar. La Gran Área Metropolitana (GAM) “representa un poco más del 4% del territorio nacional y cuenta con unos 2,6 millones de habitantes; esto significa el 60% de la población, el 75% de la flota vehicular y el 70% de la industria nacional” (AyA, 2014, p.46). Por lo que esta concentración de personas y actividades en un espacio tan pequeño genera presiones sobre el recurso y altos niveles de contaminación. Además, se le suman otras problemáticas que se experimentan a nivel mundial como lo es el cambio climático que provoca desordenes en la atmósfera y produce entre tantas cosas, que las épocas del año sean muy marcadas, aumentando también los fenómenos meteorológicos.

Heredia por su parte, tienen pozos, manantiales, sistemas de alcantarillado, entre otros, que son fuentes de abastecimiento del recurso hídrico para la población tanto en zonas urbanas como en rurales. A través de un inventario realizado con la base de datos del SINGIRH para tomar los puntos de las nacientes dictaminadas por Dirección de Aguas la cual es el Ente que “mediante una gestión integrada y sostenible del recurso hídrico garantiza su disponibilidad en cantidad y calidad apropiadas para las necesidades de crecimiento que el país” (DA, s.f. párr. 2)., se encuentra que, en los cantones tutelados por la Oficina Subregional de Heredia del Área de Conservación Central, del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, los cuales son todos los cantones de la provincia (a excepción Sarapiquí), no hay en su totalidad dictámenes de nacientes por la Dirección de Agua, por lo que se toman como referencia los cantones que sí tienen los dictámenes, estos cantones son San Rafael, Barva, Santa Bárbara, Belén, San Isidro, y San Pablo. Sin embargo, en la revisión cartográfica de las municipalidades se encuentra que hay cartografía con las áreas de protección de las nacientes en los cantones de Santa Bárbara y Barva, de manera que, se toma como área de estudio los cantones con faltante de cartografía los cuales son San Rafael, San Isidro, San Pablo y Belén.

En el área de estudio habita un número importante de población, el cantón de San Rafael es el tercero con más habitantes en la provincia de Heredia, con un total de 45 965, seguido por San Pablo con 27 671, consecutivamente Belén con 21 633 y por último San Isidro con 20 633 habitantes según el censo del INEC (2011). Sin duda, uno de los determinantes más importantes de la contaminación es la población, que a su vez conlleva al crecimiento urbano el cual es un modificador radical del uso de la tierra y que, para empeorar está planificado inadecuadamente, en otras palabras, la población es un factor controlador y transformador del medio, interviniendo los espacios naturales a su beneficio provocando así un desequilibrio de los recursos. De manera que, contribuye a que los manantiales que no están en las montañas si no que se encuentran dónde está la mancha urbana, se encuentren en peligro debido a que están expuestas a la dinámica poblacional que se desarrolla día con día; en síntesis, el área de protección de una naciente tiene una función la cual es proteger el recurso hídrico, de modo que la conservación de los árboles y en general de los bosques contribuyen al proceso. Por el contrario, la deforestación, los cultivos, el uso de agroquímicos y la inadecuada gestión de la basura junto con otras variables externas, ponen en peligro los manantiales que ahí se encuentran.

Ante esto, para la protección de las nacientes en el país se encuentra la Ley Forestal N°7575 donde el artículo 33 menciona que “se declaran áreas de protección las áreas que bordean nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal”, con respecto a eso el artículo 34 indica que “se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo 33, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional”.

Sabiendo la importancia del agua, se pretende realizar un análisis de las características del uso de la tierra aledaño a las nacientes de los cantones San Rafael, San Isidro, San Pablo y Belén de Heredia para saber, si se está cumpliendo la Ley Forestal N°7575, es decir, si dentro de los 100 m hay o no, construcciones de viviendas, cultivos u otras, que estén afectando el área de protección y de este modo, saber si el agua está en sobre uso o en uso correcto. Esto es importante porque evalúa la situación socioambiental en que se encuentran las nacientes, ayuda a la protección del agua para satisfacer la necesidad a la población que cada vez ejerce más presión sobre el recurso y, además, explica posibles problemas que pueden estar

afectando tanto a las nacientes como algún propietario o vecino de ella. De igual forma, este tipo de estudio facilita agilizar las denuncias o conflictos por distintos usos ajenos a la ley, solucionando los de una forma más eficiente.

Marco teórico

En el presente apartado se discuten diferentes conceptos que dan orientación al informe y que se englobarán en la investigación. En ese sentido, se desea proporcionar al lector un esquema general de lo que corresponde un área de protección de las nacientes según la Ley Forestal N°7575, donde se habla primero del agua como principal variable de estudio, seguidamente de las nacientes, se mencionan a las instituciones gestoras en el país y finalmente los usos de la tierra que en ocasiones ponen en riesgo o vulnerabilidad el estado natural de las áreas de protección de los manantiales.

El *agua* es, según García et al., (s.f.) “un compuesto con características únicas, de gran significación para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el medio natural” (p. 115). Además, el AyA (2014) menciona que el agua es el líquido más abundante en la Tierra, ocupa las tres cuartas partes del planeta, además es el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida. Asimismo, alude que “el agua se encuentra en una gran proporción en la composición de los organismos, tanto dentro como fuera de las células, además todas las reacciones biológicas ocurren en un medio acuoso” (p. 8). En otro apartado, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2014) también hace mención que:

El agua es un servicio ecosistémico que garantiza la viabilidad de los beneficios para las personas y sus actividades económicas y recreativas. Sin embargo, también es un servicio que fácilmente resulta afectado por proyectos de desarrollo mal planificados (...). El agua es probablemente el único recurso natural que se relaciona con todos los aspectos de la civilización humana y el desarrollo social, cultural y económico (p. 13).

Al ser las nacientes las primordiales variables del estudio, y por ser la principal fuente de abastecimiento en el país según el AyA (2018), es de importancia mencionar que un

manantial es también conocido como “naciente, ojo de agua o brote y es la salida natural proveniente de un acuífero la cual puede ser categorizada en virtud de su origen, caudal y calidad ambiental en función de los diferentes usos” (Arias, s.f, p. 2). Samper (2014) dice que un manantial “es un punto o zona de la superficie del terreno en la que, de modo natural, fluye a la superficie una cantidad apreciable de agua, procedente de un acuífero o de acuíferos. Los manantiales son como de aliviaderos o desagües por los que sale la descarga de los acuíferos” (p. 2).

Como gestor del recurso hídrico en el país existe la Dirección de Agua como órgano dependiente del MINAE, la DA se define como “una dirección que mantiene una estructura funcional, varias de sus funciones están ligadas a las oficinas centrales en el MINAE, tal es el caso de Recursos Humanos, Presupuesto y adquisiciones” (DA, s.f), Este ente ejecuta acciones orientadas a gestionar y proteger el recurso hídrico.

Su objetivo principal es administrar el recurso hídrico a nivel nacional y resolver sobre el dominio, control, aprovechamiento y utilización de los cuerpos de agua y cauces. La DA tiene como visión contribuir al bienestar de los habitantes del país, mediante una gestión integrada y sostenible del recurso hídrico que garantice su disponibilidad en cantidad y calidad apropiadas para las necesidades de crecimiento que el país tiene en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (DA, s.f).

Por su parte, el Sistema Nacional de Información para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (SINIGIRH) es considerado como “la plataforma oficial para integrar la información relativa a la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Implementando tecnología de punta, les permite a las instituciones intercambiar y acceder a información de manera expedita, facilitando la toma de decisiones e identificar los vacíos de información” (DA, s.f). Su objetivo principal es integrar la información del sector hídrico para compartir datos, visualizar la componente espacial y realizar análisis multidimensionales relativos a la gestión integrada del recurso hídrico en Costa Rica, con acceso oportuno, trazable y expedito a los usuarios de organismos públicos y privados, comunidades y público en general.

Para la protección y preservación de ese recurso tan valioso para la vida y para el equilibrio natural que es el agua, el gobierno crea además de la Ley de Agua, la Ley Forestal N°7575 publicada en la Gaceta N° 72 en 1996, donde establece en el capítulo IV de protección forestal

en el artículo 33 que se declaran áreas de protección “las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal” y en el artículo 34 de prohibición para talar en áreas protegidas “se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional”.

Por otro lado, el *ordenamiento territorial* es una variable importante debido a que en función de este se dan muchas características en la sociedad y es el responsable de grandes problemáticas actuales en el país, puesto que, la planificación desordenada provoca un servicio desigual y una alta presión sobre el recurso del agua. El ordenamiento territorial “es la expresión espacial de las políticas sociales, ambientales y económicas” (PNOT, 2012, p. 11, párr. 1), asimismo indica que es un ejercicio administrativo y una política de Estado, “basada en la toma de decisiones coordinadas y articuladas, con el fin de garantizar un desarrollo adecuado de los asentamientos humanos, la gestión integral de los recursos naturales y el desarrollo económico en el territorio”. Por consiguiente,

El ordenamiento del territorio se concibe como una necesidad y a la vez una herramienta idónea para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país, a través de la promoción de asentamientos humanos polifuncionales en los cuales sea posible el acceso a la vivienda, los servicios (equipamientos básicos y servicios ecosistémicos) y a las funciones productivas, que permitan un desarrollo social competitivo en el territorio (PNOT, 2012, p. 11, párr. 4).

Hoy en día existen muchas problemáticas por la mala planificación del territorio, una de ellas es la presión que se ejerce sobre el recurso de agua potable en muchas partes del país y en especial en el GAM, muchas personas viven con racionamientos de agua en algunas épocas del año, ante esto el AyA (2003) responde que en general los sistemas de producción satisfacen la demanda, sin embargo, “en verano puede haber problemas para satisfacer la misma”, además, menciona que “el lado débil del servicio está en el sistema de distribución, comprobado por el alto nivel de agua no contabilizada, que se estima alrededor del 50%” (p. 29), a lo que se le suman aspectos como las deficiencias en la estructura de las redes por el tipo y la edad que tienen, fugas visibles en las redes sin resolver, conexiones, fugas invisibles, gestión de la operación en redes, rebalse de tanques de reserva, entre otros., (AyA, 2003).

Actualmente, el Sistema de Acueductos y Alcantarillados, aunque ha implementado y desarrollado proyectos para satisfacer la demanda del recurso a todas las personas, ha tenido deficiencias para abastecer toda la población en especial en épocas de verano “el Valle Central registró déficit de lluvias en 2018 de 23% y 2019 de 21%, según IMN, lo que provoca marcada disminución de los ríos captados por el AyA” (AyA, 2020, p.1). Para distribuir de manera más equitativa el escaso líquido disponible, el sistema de distribución de agua en el país se ve obligado a continuar el programa de racionamientos en el Área Metropolitana, habiendo entre los cantones con esa mayor necesidad el cantón San Pablo.

Es importante mencionar que entre los factores de presión sobre los acuíferos están, por un lado, los procesos de cambio en el uso de la tierra que involucran tanto la deforestación, drenaje de humedales e impermeabilización por desarrollo urbano como la descarga de desechos que potencialmente pueden alcanzar los niveles freáticos y, por otro, los patrones de consumo y las tasas de extracción de aguas subterráneas (AyA, 2003). Por lo que, de forma más precisa, y para efectos de esta información es mejor enfocarse en el *uso de la tierra* el cual ha sido definido por Lambin, Geist & Rindfuss (2006, p.1) como “los propósitos –o fines para los cuales los humanos explotan la cobertura de la tierra” e incluye tanto “la manera en la cual los atributos biofísicos de la tierra son manejados o manipulados y la intención que subyace de la manipulación”. En otras palabras, el manejo que hacemos de la tierra en todos sus aspectos o atributos (suelo, agua, flora, fauna, relieve, etc.), por lo tanto, el uso de la tierra comprende: propósito y manejo de esta y varía según la escala de producción, desde el sistema de cultivo, sistema de producción (finca) al sistema regional. Para Lambin, Geist & Rindfuss (2006) menciona Romero (2019):

Los usos pueden ser inferidos bajo ciertas circunstancias de las fotografías aéreas o imágenes, sin embargo, no es suficiente, se requiere de conocimiento previo o de datos de campo en detalle, como observaciones, entrevistas, u otra información secundaria como censos agropecuarios, de población, etc. (p. 7).

En el Manual de Especificaciones Cartográficas Leyenda Corine Land Cover para Costa Rica – MAG (2015) se definen los conceptos de las identificaciones de uso de la tierra para las áreas de protección en cuestión, se menciona que una *zona urbana* se constituye por espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada, que

cubren más del 80% del terreno. Del mismo modo, el manual menciona que los *pastos limpios* son una cobertura que comprende las tierras ocupadas por pastos con un porcentaje de cobertura mayor al 85%. Mientras que los *pastos arbolados* son coberturas que incluyen las tierras cubiertas con pastos con presencia de árboles de altura superior a 5 metros, distribuidos en forma dispersa y producto más de un proceso natural que de la intervención humana (MAG, 2015)

Una cobertura de *cultivos* incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual (MAG, 2015). Respecto a las coberturas boscosas el *bosque denso* está constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman estratos de copas más o menos continuo, con una altura superior a cinco metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales.

Asimismo, las coberturas de *bosque secundario* se constituyen por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos y arbustivos, los cuales forman estratos de copas menos continuo, con una altura superior a cinco metros. Sin embargo, estas formaciones vegetales sí han sido intervenidas y se ha alterado su estructura original y las características funcionales. Por su parte un *bosque de ribera* o un bosque de galería representan coberturas que están constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitado por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales (MAG, 2015).

Dependiendo de la actividad que los seres humanos desempeñen y qué tan cerca esté el espacio natural, además, catalogado área en protección, se puede conducir a un riesgo debido a que puede conducir a contaminación, desequilibrio en el ecosistema u otras consecuencias. El concepto de riesgo socio natural surge de una evolución de paradigmas relacionados con el estudio de los desastres asociados a los fenómenos naturales, de modo que, Lavell (2003) establece según Campos, Toscana y Campos (2015), “el riesgo sicionatural se plantea, a partir de la relación entre la sociedad y el medio natural, como posible generadora de

situaciones de riesgo de desastre, potenciado por la fuerza de los fenómenos naturales peligrosos, es decir, las amenazas” (p. 55), además, menciona que:

El riesgo natural se interpreta como uno de los procesos que surge de la relación entre el medio y las actividades humanas, y la interacción dependería tanto de las características del fenómeno natural, en términos de intensidad, magnitud, duración y extensión espacial (es decir, de su potencial catastrófico) así como de las características de los asentamientos humanos y de su capacidad de respuesta a dicho fenómeno (p.56).

Ligado al concepto anterior es posible que se presente una *vulnerabilidad ambiental* debido a que hay una relación sociedad-naturaleza, que según Pérez (2012) es un término que se relaciona con “la susceptibilidad o predisposición intrínseca del medio y los recursos naturales a sufrir un daño o una pérdida por eventos naturales o de origen socioeconómico”. Asimismo, Blaikie *et al* (1994) señala según la CEPAL (2012) que “cuando se habla de riesgo o de peligros ambientales siempre es importante considerar que se trata de fenómenos de origen social, en el sentido de que no son naturales, que obedecen a la combinación de un nuevo evento ambiental y una vulnerabilidad preexistente” (p. 183).

En síntesis, existe una necesidad por parte de la estructura poblacional hacia los recursos naturales; en este sentido, la prácticas cotidianas y modos de vida para la adaptación pueden ejercer cambios en el espacio, viéndose reflejados en los usos que se le dan a la tierra, y como estos producen impactos y desbalances con gran rapidez, inclusive muchas ocasiones violentando las áreas de protección y causando vulnerabilidad ambiental. Es por eso que el gobierno implementa políticas y leyes para resguardar el bienestar de la población y del medio, dando a conocer y ejerciendo directrices que se tienen que acatar, por lo que también, el ordenamiento territorial juega un papel muy importante en el espacio geográfico ya que busca un equilibrio sociedad-naturaleza y permite que las presiones hacia los recursos sean menores.

Metodología

Primeramente, la definición del enfoque permite saber desde un principio en un sentido más global en qué consiste la investigación, es decir, que toma aspectos tanto cualitativos como cuantitativos, de modo que admite dar seguimiento a las variables que harán posible el entendimiento del área de estudio. De manera que por ser una investigación de *enfoque mixto* es importante señalar que Chen (2006) lo define según Hernández (2014) como:

La integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno, y señala que éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”); o bien, que dichos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”) (p.534).

De igual manera, Hernández (2014) indica que Johnson *et al.* (2006) en un sentido amplio visualizan la investigación mixta como “un continuo en donde se mezclan los enfoques cuantitativo y cualitativo, centrándose más en uno de ellos o dándoles el mismo “peso”, donde cabe señalar que cuando se hable del método cuantitativo se abreviará como CUAN y cuando se trate del método cualitativo como CUAL. Asimismo, las mayúsculas-minúsculas indican prioridad o énfasis” (p.534).

Al ser un estudio de caracterización de uso de la tierra en el área de protección de las nacientes seleccionadas, se vuelve una investigación de carácter físico (geografía física) y a la vez de carácter social debido a que se ocupa saber cuáles son las posibles amenazas que presentan las fuentes por actividad humana. De modo que, entre las variables que se toman en cuenta para dar orientación a la investigación están: nacientes, agua, riesgo, vulnerabilidad ambiental, áreas de protección y ordenamiento territorial.

Por otro lado, el alcance espacial de la investigación está dado en la Oficina Subregional de Heredia del Área de Conservación Central, del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, esta abarca los cantones de la provincia de Heredia a excepción de Sarapiquí: Heredia, Barva, Santo Domingo, Flores, Belén, Santa Bárbara, San Pablo, San Rafael y San Isidro. Sin

embargo, la delimitación del área de estudio para esta investigación abarca solamente los cantones San Rafael, San Pablo, San Isidro y Belén.

Las herramientas y procedimientos se relacionan según el alcance de los objetivos para ello se presenta una tabla la cual explica las técnicas que se usarán para el desarrollo de la investigación:

Tabla 1. Herramientas y procedimientos metodológicos



Fuente: Elaboración propia.

El segundo objetivo específico que consiste en analizar la dinámica espacial que se encuentran alrededor de las nacientes en función de su uso para la determinación de posibles amenazas, se llevará a cabo mediante el análisis de los mapas obtenidos ya que se pretende evaluar lo que indica la Ley Forestal N°7575, es decir, el área de protección de la naciente, la cual se visualizará ejecutando un “buffer” señalando los 100 m de distancia. A través de esto, se investigará qué tipo de amenaza se presenta en el área de protección, es decir, si hay presencia de factores causantes de riesgo como, por ejemplo: casas, cultivos, deforestación, presencia de árboles, pastos limpios, entre otros.

Información general del área de estudio:

Los cantones San Rafael, San Isidro, San Pablo y Belén pertenecen a la provincia de Heredia, los cuales son el número cinco, seis, nueve y siete respectivamente de la provincia, esto según los mapas del Ministerio de Hacienda (2015) y según el código de división territorial de Costa Rica, además indican los límites cantonales que se presentan en la siguiente tabla. La extensión geográfica en km² y la cantidad de población son tomados de los indicadores cantonales de la provincia de Heredia, INEC (2011).

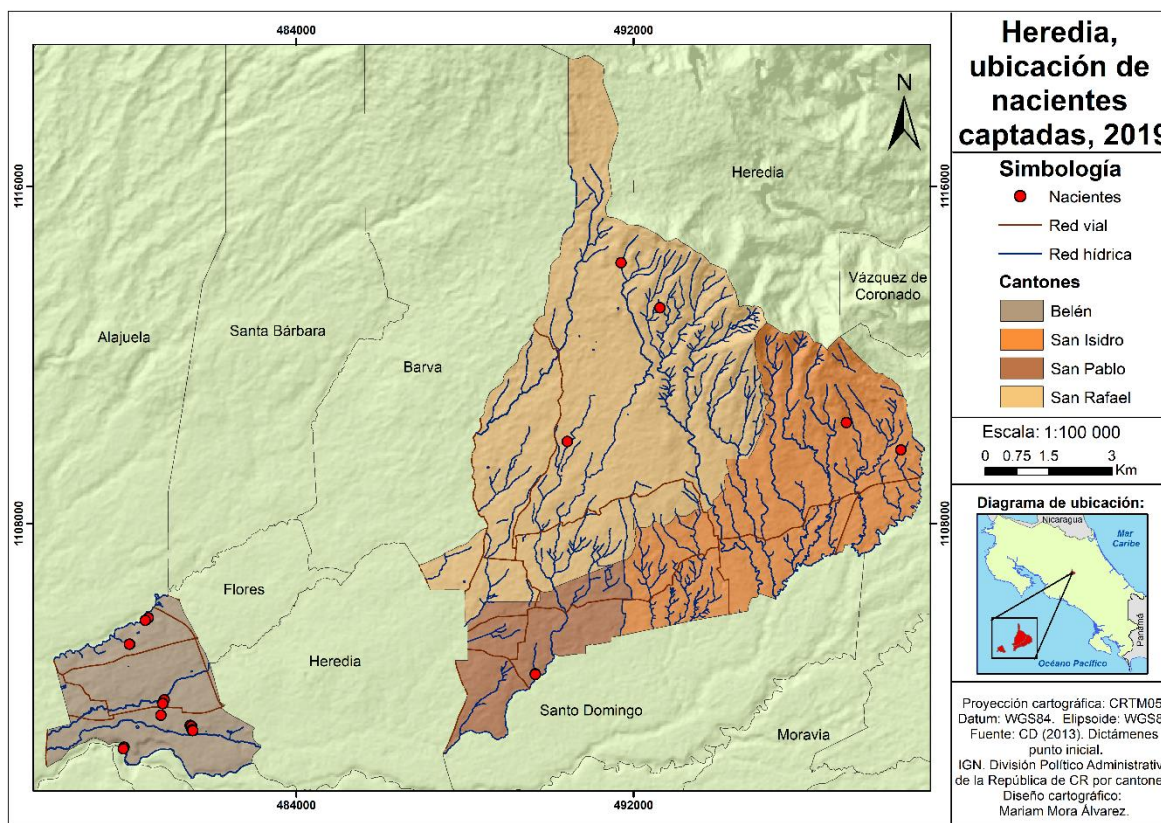
Tabla 2. Información general de los cantones en estudio.

Cantón	Área km²	Distritos	Límite	Población
San Rafael	48.4	Ángeles, Concepción, San Josecito, San Rafael, Santiago	Norte: Heredia. Sur: San Pablo y Heredia. Este: San Isidro. Oeste: Barva.	45965
San Isidro	27.0	Concepción, San Francisco, San Isidro, San José	Norte: Heredia Sur: Santo Domingo y San Pablo. Este: Moravia. Oeste: San Rafael.	20633
San Pablo	7.5	Rincón de Sabanilla,	Norte: San Rafael. Sur: Santo Domingo.	27671

		San Pablo	Este: San Isidro y Santo Domingo. Oeste: Heredia.	
Belén	12.1	La Asunción, La Ribera, San Antonio	Norte: Alajuela y Flores. Sur: San José, Escazú y Alajuela. Este: Heredia. Oeste: Alajuela.	21633

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Ubicación geográfica de los cantones y nacientes en estudio.



Fuente: Elaboración propia con datos del SNIT.

Análisis y resultados

Capítulo 1. Evaluación de los manantiales en sobre uso y uso conforme de la tierra en áreas de protección definidas en el artículo 33 de la Ley Forestal a través de cartografía.

Como lo establece el Plan Nacional de Ordenamiento Territorial 2014-2020 en el país el ordenamiento territorial se promueve a través de la promoción y regulación de los asentamientos humanos, actividades económicas y sociales de la población, como también, el crecimiento físico espacial, con el propósito de lograr la concordancia entre el mayor bienestar de la población, el aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación del ambiente (PLANOT, 2013). Esto se logra muchas veces por un instrumento de planificación local-municipal que define un conjunto de planos, mapas, reglamentos y cualquier otro documento gráfico, la política de desarrollo y los planes para distribución de la población, usos de la tierra, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales y construcción, conservación y la rehabilitación de las áreas urbanas, todo resumido en un plan regulador, menciona el INVU (2019).

No obstante, esto no siempre es posible y hay que enfrentarse a las diferentes problemáticas que se presentan, en el caso de San Rafael, San Isidro, San Pablo y Belén, a pesar que están localizados dentro del GAM, estos en su totalidad no tienen un plan regulador vigente, el INVU (2019) señala que solo San Isidro y Belén tienen un plan regulador en vigencia y los otros dos están en proceso, una de las razones por la cual los manantiales ubicados en los cantones no están exentos de problemáticas en el área de protección, causadas por diferentes actividades humanas. Es por eso que es de relevancia mencionar que los territorios urbanos y rurales son definidos por una serie de dinámicas y características que se concretan en relación a la distribución de la población, de ahí que un área rural se constituye por la predominación de los espacios no construidos. Mientras que un espacio urbano esta concretado en función de elementos creados por el ser humano con la finalidad de satisfacer sus necesidades y las actividades que desempeña.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación menciona según Cortés (2013) que un espacio rural “es una zona amortiguadora de regeneración que lo hace indispensable para la conservación del equilibrio ecológico” (p. 2), esto es interesante porque la mayor cobertura boscosa se encuentra en el eje montañoso central del país y es donde mayor concentración

de personas y espacios altamente urbanizados se localizan. Comúnmente los manantiales se encuentran en zonas de altas pendientes o donde hay bosque, relacionado también a las áreas rurales y que no precisamente se encuentran a salvo, sobresaliendo de esta forma que debe de haber una congruencia entre la sociedad-naturaleza donde haya bienestar de ambos.

No ajeno a esto, la variable principal en función de evaluar las nacientes es el uso de la tierra, así que para Vargas (1992) esta comprende dos tipos de uso que son el uso actual y el uso potencial o capacidad de uso. En el primero “son todas aquellas actividades agropecuarias que se dan en el presente y que han sido producto de las relaciones históricas del hombre con su medio” (p. 8), y el segundo “es el mejor uso que se le podría dar a la tierra, con base a sus características naturales sin perjudicar su uso sostenido” (p. 8). A raíz de esta mención, es importante mencionar los usos identificados en las áreas de protección de las nacientes estudiadas para analizar la situación en la que se encuentra el espacio. De manera que, haciendo referencia al Manual de Especificaciones Cartográficas Leyenda Corine Land Cover para Costa Rica – MAG (2015), se encuentran 20 nacientes que cuentan con uso urbano dentro del área de protección, lo que puede indicar que la urbanización es uno de los fenómenos con mayor trascendencia en la sociedad y que el proceso de conversión de las tierras de uso preferentemente natural o agrícola a usos residenciales o desarrollados son más acelerados, Soto (2007) indica que “el cambio de uso de la tierra se acelera en áreas urbanas con una expansión horizontal, principalmente en la periferia de las ciudades, siguiendo patrones basados en intereses privados o económicos, lo que generalmente soslaya aspectos sociales, culturales y naturales”(p. 128).

Con respecto a los pastos limpios hay 19 nacientes que presentan este tipo de uso en su área de protección identificando que en algunas no hay ni presencia de árboles o arbustos, e incluso parecen tierras áridas, en este ámbito se incluyen lo que son los potreros, pastos de corta, pasto para ensilaje y potreros con cercas vivas para la rotación, mientras que con pastos arbolados se identificó nueve nacientes con este tipo de uso, esto se identifica principalmente porque están distribuidos de forma dispersa o porque los árboles siguen un patrón de siembra. Por otro lado, según la información para cultivos solo hay dos nacientes con esta condición en el uso de la tierra en el área de protección, se identifican a través de los tonos y colores de los estados vegetativos y los arreglos geométricos de siembra.

Respecto a los bosques, estos son sistemas naturales con importantes funciones que equilibran el medio, representan el hábitat para millones de especies, funcionan como protectores del suelo ante erosión, regulan el clima tanto local como regional, moderan la lluvia evitando inundaciones y hasta son en muchos casos una fuente de alimentos, leña y madera para la población de zona rural (Vargas, 1992); habiendo con la condición de bosque denso, una naciente., su identificación a través de fotointerpretación se hace por medio de las copas de los árboles, estas deben verse frondosas y que no haya parches de extracción. Ocho nacientes con bosque secundario y predominando el bosque de ribera en el uso de la tierra de las nacientes, se identifican 15 nacientes con estas características.

Por otro lado, las nacientes son el flujo de agua subterránea que aflora en la superficie debido a cambios topográficos y geomorfológicos, zonas preferenciales, rasgos geológicos y estructurales como fallas, o cambios en la conductividad hidráulica, fracturas o discontinuidades, “algunos manantiales tienen una relación muy importante con los procesos de precipitación e infiltración y por lo tanto disminuyen su caudal en épocas de poca precipitación” (Dirección de Agua, 2017, p. 9), además menciona que aquellas nacientes que en el sitio de estudio existe un cuerpo de agua del dominio público, en el cual se observa agua durante todo el año se consideran de “dominio público de carácter permanente”. Mientras que el cuerpo de agua de “dominio público de carácter intermitente” se utiliza para definir que en el sitio de estudio existe un cuerpo de agua del dominio público, en el cual se observa agua en algunos periodos del año.

Resaltando como punto importante que todas las nacientes en investigación son de dominio público de carácter permanente, se hace mención que en la Ley General de Agua Potable en el artículo N°2, se cataloga de dominio público “todas aquellas tierras que tanto el Ministerio de Obras Públicas como el Ministerio de Salubridad Pública, consideren indispensables para construir o para situar cualquiera parte o partes de los sistemas de abastecimiento de aguas potables, así como para asegurar la protección sanitaria y física y caudal necesario de las mismas...” (párr., 20). En la Ley de Agua N° 276 en el artículo 1, son aguas de dominio público en el inciso IV: “las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, arroyos o manantiales desde el punto en que broten las primeras aguas permanentes hasta su desembocadura en el mar o lagos, lagunas o esteros”.

Para efectos del estudio del uso de la tierra en el área de protección de las nacientes es importante mencionar que las áreas contiguas a las fuentes proveedoras de agua potable y para el aseguramiento de ese recurso, se les ha atribuido carácter de dominio público, la Ley de Tierras y Colonización, de 1961 en el artículo N°7 en su inciso “c” resalta que se considerará inalienables y no susceptibles de adquirirse por denuncia o posesión los terrenos situados en las márgenes de "todas las fuentes que estén en cuencas u hoyas hidrográficas en que broten manantiales, o en que tengan sus orígenes o cabeceras cualesquiera cursos de agua de los cuales se surta alguna población, o que convenga reservar con igual fin”.

Además anteriormente en la Ley de Aguas (1942) ya se encontraba el precepto “reserva de dominio a favor de la nación”, de ahí que se declaran “las tierras que circunden los sitios de captación o tomas surtidoras de agua potable, en un perímetro no menor de doscientos metros de radio” y añaden que “la zona forestal que protege o debe proteger el conjunto de terrenos en que se produce la infiltración de aguas potables, así como el de los que dan asiento a cuencas hidrográficas y márgenes de depósito, fuentes surtidoras o curso permanente de las mismas aguas”. Tomando las leyes anteriores como respaldo, es importante mencionar que la delimitación de las áreas de protección de las nacientes en cuestión, está dada en este caso por lo que declara la Ley Forestal N°7575 artículo 33 y el SINAC el encargado de tutelar este espacio. Aquí se menciona que son áreas de protección “las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal. (...). 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”. Y el artículo 34 de la misma ley establece la prohibición para talar en áreas de protección “se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional”.

Teniendo como referencia lo anteriormente citado, cabe señalar que una de las opciones para la protección del recurso hídrico consiste en limitar ciertos usos o actividades en terrenos privados que se encuentran localizados dentro de áreas de protección. Es por eso que existen clasificaciones de usos del suelo que se implementan en planes reguladores o en reglamentos para zonificación, en este caso se hace referencia al Reglamento para la Zonificación de las áreas de reserva y protección de los manantiales, nacientes, mantos acuíferos y áreas de

recarga para el cantón de Poás que toma en cuenta los siguientes conceptos y que son los considerados en este análisis: en primer lugar están los *usos conformes* que son todas aquellas actividades y obras de edificación acordes sin ninguna condición o restricción, con los requisitos y lineamientos en una determinada zona; en segundo están los *usos no conformes* que se refiere a todas aquellas actividades y obras de edificación que no son permitidas en determinadas zonas, por no cumplir con los requisitos y lineamientos; por último, los *usos no conformes tolerados* que son todas aquellas actividades y obras de edificación existentes a la fecha de entrada en vigencia del Plan Regulador, pero que no son compatibles con sus requisitos y lineamientos (Municipalidad de Poás, 2011).

Para determinar la evaluación del uso conforme y no conforme de las nacientes que se presentan a continuación se toma en cuenta:

1. Lo que indica la Ley Forestal en el artículo 33 y 34 que ya han sido mencionados.
2. Los criterios de dominio público de carácter permanente y de carácter intermitente de las nacientes.
3. Lo que indican los reglamentos de zonificación y planes reguladores en cuanto a uso conforme y uso no conforme que se aplican respetando las políticas del estado.

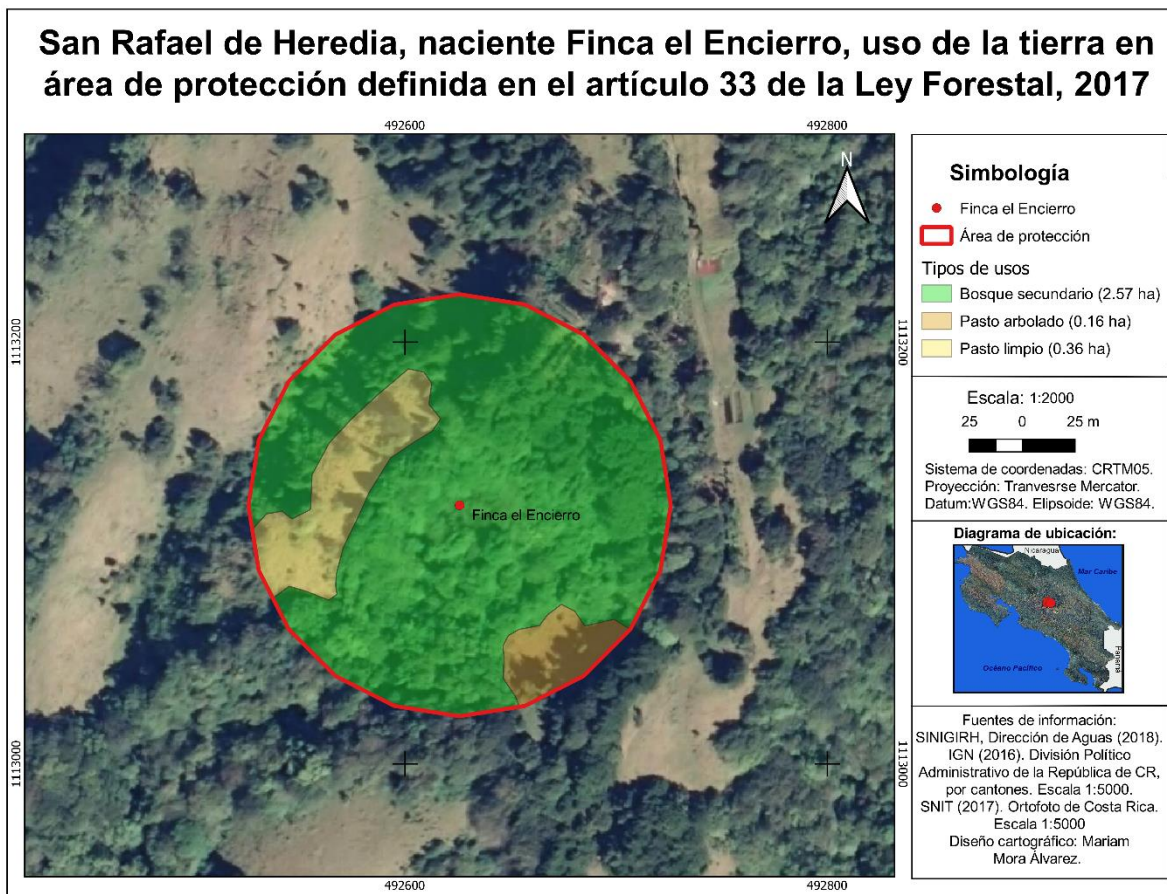
➤ *Nacientes de San Rafael*

De forma general, el cantón de San Rafael es drenado por los ríos Segundo, Burío, Pirro, Bermúdez, Turales, Tibás y Tures, y las quebradas Astillero y Tierra Blanca; así como por el río Mancarrón y la quebrada Turú. Estos cursos de aguas nacen en el cantón, en las laderas de la sierra volcánica Central (Inder, 2016). Referente a los manantiales, en la base de datos del SINIGRH se identificaron tres nacientes dictaminadas por la Dirección de Agua en el cantón las cuales son Finca el Encierro, Cerro Dantas y Los Ángeles.

Como parte del uso de la tierra en las áreas de protección de las nacientes en el cantón de San Rafael se puede observar en la figura 2 la naciente llamada Finca el Encierro donde se encuentra el área de protección y la clasificación de los tipos de uso de la tierra que se dan a su alrededor. En mayor proporción domina el bosque secundario con 2.57 ha, seguidamente una porción de pasto limpio de 0.36 ha y por último un pequeño terreno de pasto arbolado

con 0.16 ha. Esta naciente es catalogada de dominio público de carácter permanente, por lo que según el artículo 33 de la Ley Forestal se está dando un uso no conforme de la tierra al área de protección de la naciente, al no haber presencia de construcciones, cultivos u otros usos puede haber un potencial para la recuperación de área de protección, pero hay presencia de pasto y es posible que haya presencia de ganado y este por naturaleza es un fuerte productor de metano el cual es uno de los gases más contaminantes del planeta, además el ganadería vacuna y ovina es uno de la principales causantes de la degradación del suero y los recursos hídricos (ONU, s.f).

Figura 2. Uso de la tierra en la naciente Finca el Encierro en San Rafael de Heredia.

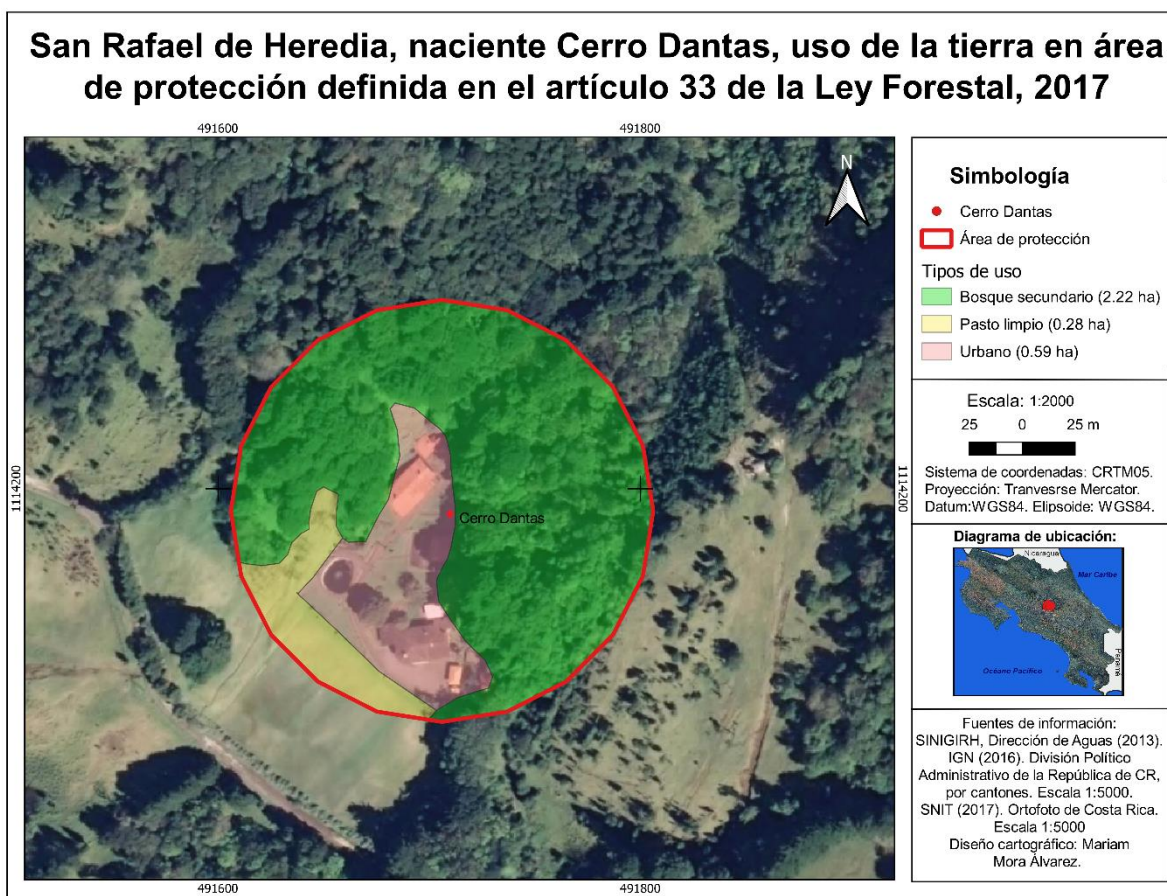


Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

De la misma manera, la figura 3 muestra una clasificación del uso de la tierra en en el área de protección de la naciente Cerro Dantas, donde predomina el uso de bosque secundario con 2.22 ha, seguidamente un área urbana que representa 0.59 ha y un poco de pasto limpio con

0.28 ha. Esta naciente es de dominio público de carácter permanente por lo que, la presencia de uso urbano no debería de estar, es decir, no sigue los lineamientos que indica la Ley Forestal por lo que el uso de la tierra mantiene características de uso no conforme o en sobre uso.

La figura 3. Uso de la tierra en la naciente Cerro Dantas en San Rafael de Heredia.

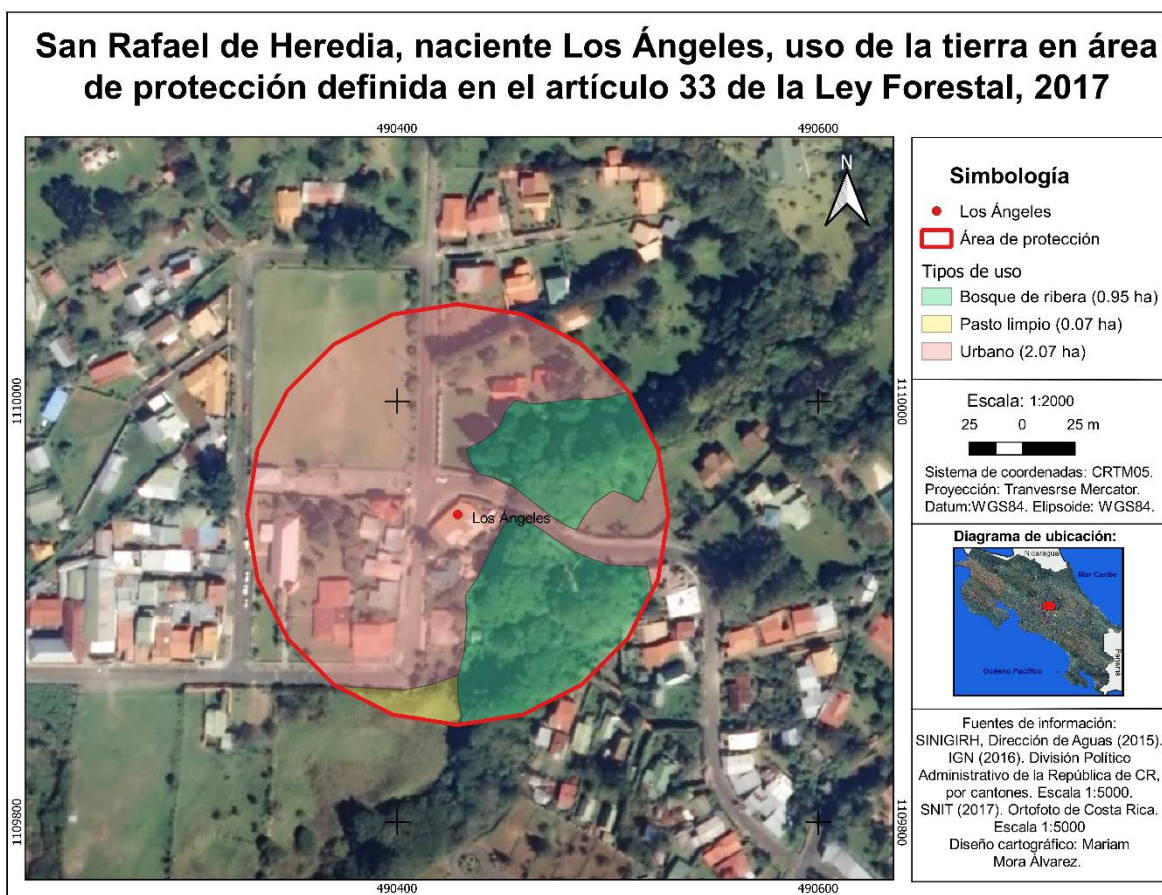


Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

Por último, en cuanto al cantón de San Rafael respecta, en la figura 4 se encuentra la caracterización del uso del suelo del área de protección de la naciente Los Ángeles. Predomina el uso urbano con 2.07 ha de tierra, luego el bosque de ribera con 0.95 ha y una pequeña porción de parto limpio que representa 0.07 ha. Los Ángeles es una naciente de dominio público de carácter permanente, según su ubicación, posiblemente hay una casa de habitación o una construcción encima de ella, se desconoce si es un tanque para

aprovechamiento, por lo tanto, por de la gran presencia de uso urbano y de pasto limpio, según la Ley Forestal el área de protección no está en uso conforme.

Figura 4. Uso de la tierra en la naciente Los Ángeles en San Rafael de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

➤ *Nacientes de San Isidro*

San Isidro posee un total de 21 nacientes esto según el Diagnóstico Hidrogeológico que muestra registro de manantiales de la municipalidad de San Isidro, sin embargo, solo se identificaron dos nacientes dictaminadas en la base de datos del SINIGIRH de la Dirección de Agua. Este cantón se divide en las subcuencas de los ríos Pará y Tibás. Dentro de estas dos subcuencas se encuentran río Tures, río Tierra Blanca, Río Turú, Río Tranqueras, Río Lajas, Río Paracito y Río Pará Blanco (Inder, 2016).

Es importante mencionar que en la metodología general para la elaboración de estudios hidrogeológicos para los planes reguladores en San Isidro (2017, p. 50), se considera necesario delimitar las siguientes zonas con base en la Ley Forestal N°7575: zonas de protección de manantiales permanentes no captados, ríos, quebradas, arroyos, lagos y embalses; zonas de protección de pozos para uso privado; zonas de protección de fuentes utilizadas para abastecimiento público (pozos, manantiales y tomas superficiales en ríos y quebradas).

En lo que corresponde a las áreas de protección de las nacientes, la figura cinco representa el uso de la tierra en el área de protección de la naciente Finca la Galilea, en la zona se identifican cuatro tipos de usos los cuales son bosque de ribera con 0.61 ha, pasto arbolado con 0.22 ha, pasto limpio con 1.44 ha y el uso urbano con 0.28 ha, además, se identifica la red vial con 0.24 ha. La naciente es de dominio público de carácter permanente y con diferentes usos en la tierra por lo que se cataloga como uso no conforme de acuerdo con lo establecido en la Ley Forestal.

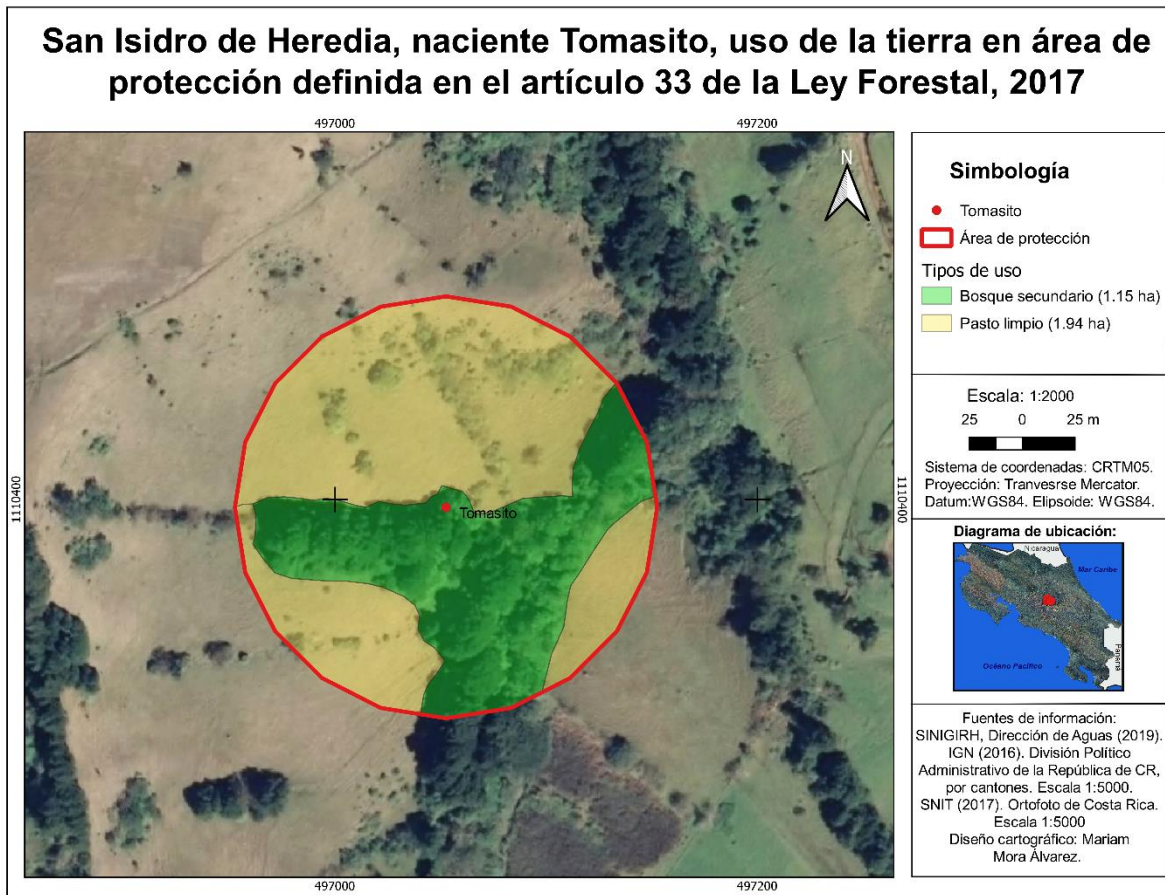
Figura 5. Uso de la tierra en la naciente Finca la Galilea en San Isidro de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

En la siguiente figura (N°6) se localiza la naciente Tomasito y se identifican dos tipos de usos en el área de protección, los cuales son bosque secundario y pasto limpio con 1.15 ha y 1.94 ha respectivamente. Según se muestra el pasto limpio abarca un área muy grande, incluso fuera del área protección, además hay presencia de cerca viva por lo que es posible que el terreno sea usado para cultivo, siembra de pasto, uso de potrero, o bien, se podría catalogar como área deforestada, de manera que por ser una naciente de dominio público de carácter permanente se considera que esta en uso no conforme.

Figura 6. Uso de la tierra en la naciente Tomasito en San Isidro de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

➤ *Nacientes de San Pablo*

Según la municipalidad de San Pablo en el documento de contexto ambiental (S.f.) dice que “el sistema fluvial de San Pablo, corresponde a la vertiente del Pacífico, perteneciente a la cuenca del río Grande de Tárcoles. El Río Bermúdez es el que drena la localidad con los afluentes Río Pirro, la Quebrada Gertrudis y San Pablo, que nacen en la región” (p.1). Además, menciona que las únicas áreas protegidas en el cantón, se conservan en acatamiento a la Ley Forestal 7575 que dicta una franja de protección para zonas urbanas de 10 metros en terrenos planos y de 50 metros medida horizontalmente desde ambas márgenes de ríos y quebradas, y que en cuanto a las nacientes “se ordena un área de protección de 100 metros de las nacientes, en el caso de San Pablo la única naciente registrada es “La Pilas” ubicada

en la margen derecha de la Quebrada San Pablo y registrada como naciente permanente con la denominación NAC-2440 por el SENARA” (Municipalidad de San Pablo, s.f. p. 1).

En lo que corresponde al registro del SINIGIRH se encontraron tres nacientes dictaminadas por la Dirección de Agua, las cuales se pueden visualizar en la figura 7. Los tres manantiales cuyos nombres son Las Pilas 1, Las Pilas 2 y Las Pilas 3, presentan tres tipos de uso de la tierra en el área de protección los cuales son el bosque de ribera que representa un área de 1.11 ha, pasto limpio con 0.96 ha y el uso urbano con 1.34 ha.

Figura 7. Uso de la tierra en las nacientes Las Pilas en San Pablo de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

La tabla tres muestra el área de los usos de la tierra para cada naciente que se localiza en el mapa siete, de modo que de manera individual Las Pilas 1 tiene 0.92 ha de bosque de ribera, 0.9 ha de pasto limpio y 1.27 ha de uso urbano. Las Pilas 2 tiene 1.08 ha de bosque de ribera, 0.88 ha de pasto limpio y 1.13 ha de uso urbano, mientras que la naciente Las Pilas 3 presenta

en su área de protección 1.14 ha de bosque de ribera, 0.8 ha de pasto limpio y en cuanto al uso urbano presenta 1.15 ha. Las tres nacientes están bajo el criterio de dominio público de carácter permanente, además, existe presencia de tres usos distintos en las áreas de protección de los manantiales, donde en las tres predomina el uso urbano por lo que mediante el mandato de la Ley Forestal las nacientes del cantón se catalogan con uso no conforme.

Tabla 3. Área en hectáreas del uso de la tierra de las nacientes Las Pilas.

Cantón	Naciente	Uso de la tierra	Área (Ha)
San Pablo	Las Pilas 1	Bosque de ribera	0.92
		Pasto limpio	0.9
		Urbano	1.27
	Las Pilas 2	Bosque de ribera	1.08
		Pasto limpio	0.88
		Urbano	1.13
	Las Pilas 3	Bosque de ribera	1.13
		Pasto limpio	0.8
		Urbano	1.15

Fuente: Elaboración propia.

➤ *Nacientes de Belén*

Belén es el cantón con mayores datos de nacientes dictaminadas por la Dirección de Agua en la plataforma del SINIGIRH, se localizaron 16 nacientes las cuales unas están muy cerca y otras están distribuidas en el cantón. Según la municipalidad se desarrollan diferentes actividades económicas las que destacan son la actividad industrial, comercial y turística. Por otro lado, el plan regulador de la municipalidad de Belén (2017) menciona como “uso no conforme aquel que no se ajusta a la zonificación y el uso permitido como aquel al cual tiene derecho su propietario a destinarlo, construyendo las estructuras necesarias, previa tramitación de los permisos respectivos” (p.4).

De manera general en las 16 nacientes identificadas se detecta el uso urbano y cuentan con algún tipo de bosque en el área de protección. En lo que corresponde a la naciente La

Asunción que se encuentra en la figura 8, se identificaron dos tipos de uso de la tierra los cuales son el bosque de ribera y el uso urbano con 1.16 ha y 1.93 ha respectivamente. Es evidente que en el área de protección de la naciente La Asunción predomina el área urbana, según la Dirección de Agua esta es una naciente de dominio público de carácter permanente y en lo que respecta a la obligación ante Ley Forestal en cuanto al área de protección, se cataloga en uso no conforme.

Figura 8. Uso de la tierra en la naciente La Asunción en Belén de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

Asimismo, en la figura 9 se encuentra el uso de la tierra en las nacientes Chacara 1 y 2 que se encuentran en el cantón, en estos manantiales se identificaron cinco tipos de usos de la tierra en el área de protección. El uso que más predomina en el área conjunta es el pasto limpio con 1.05 ha, luego está el bosque de ribera con 0.81ha, seguidamente el pasto arbolado con 0.53 ha, el cultivo con 0.49 ha y el uso urbano con 0.46 ha.

De forma individual se pueden observar el área hectáreas del uso de la tierra en la tabla 4, aquí en lo que corresponde a la naciente Chacara 1 el bosque de ribera presenta una cobertura de 0.81 ha, los cultivos 0.49 ha, el pasto arbolado una cobertura de 0.45 ha, el pasto limpio presenta 0.9 ha y el uso urbano 0.42 ha. Por otro lado, en Chacara 2 hay 0.76 ha de bosque de ribera, 0.34 ha que corresponden a cultivos, 0.62 ha de pasto arbolado, 0.91 pasto limpio y 0.47 ha de zona urbana.

A raíz de esto, según el mandato de la Ley Forestal para proteger los manantiales y tomando en cuenta que las dos nacientes son catalogadas de dominio público de carácter permanente por la Dirección de Agua, se concluye que en el área de ambas nacientes se da un uso de la tierra no conforme.

Figura 9. Uso de la tierra en las nacientes Chacara 1 y 2 en Belén de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

Tabla 4. Área en hectáreas del uso de la tierra de las nacientes Chacara 1 y 2.

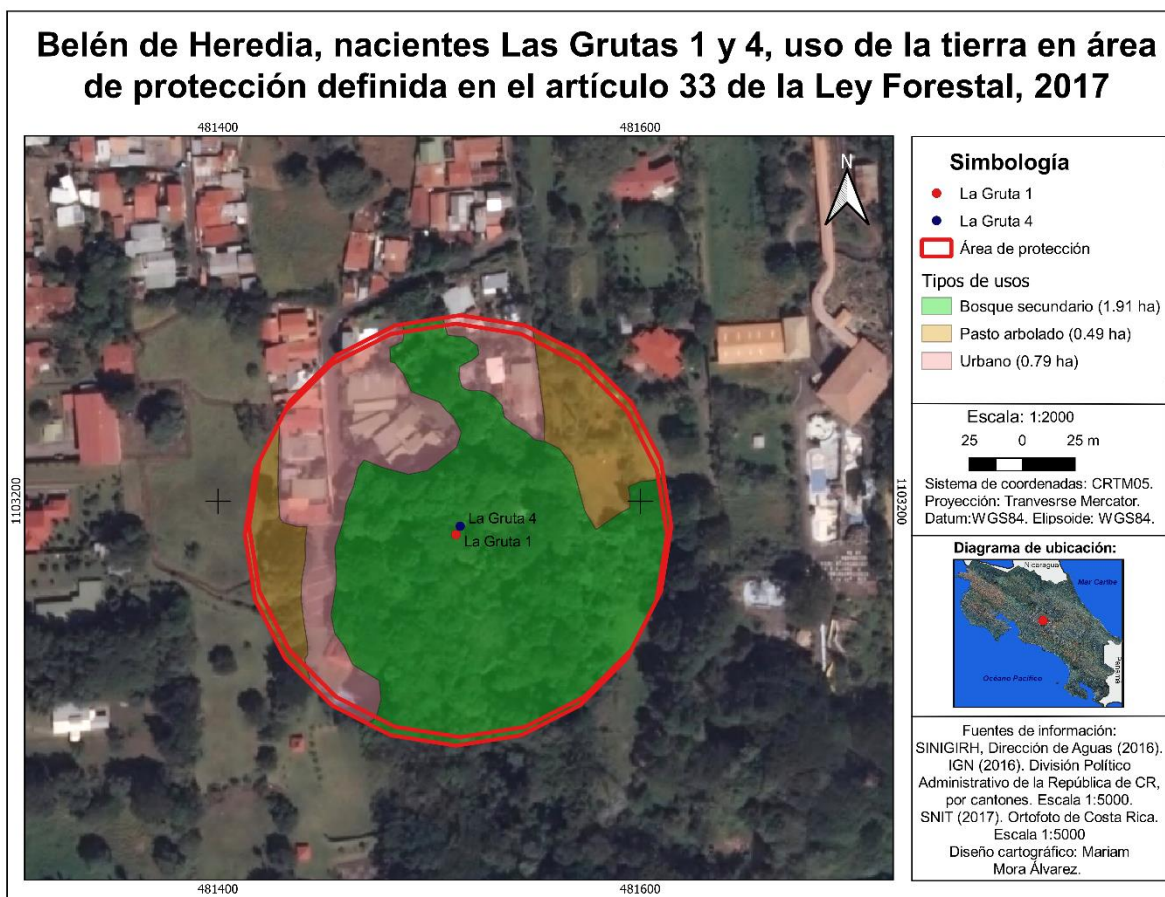
Cantón	Naciente	Uso de la tierra	Área (Ha)
Belén	Chacara 1	Bosque de ribera	0.81
		Cultivos	0.49
		Pasto arbolado	0.45
		Pasto limpio	0.9
		Urbano	0.42
	Chacara 2	Bosque de ribera	0.76
		Cultivos	0.34
		Pasto arbolado	0.62
		Pasto limpio	0.91
		Urbano	0.47

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se muestra el uso de la tierra en el área de protección de las nacientes la Gruta 1 y la Gruta 4. En estas nacientes se identificaron tres usos en su área circundante, en lo que consiste bosque secundario son 1.91 ha, de pasto arbolado 0.49 ha y de uso urbano 0.70 ha. Con respecto al uso de cada naciente en la tabla 5 se muestra que la Gruta 1 tiene 1.89 ha de bosque secundario, 0.45 ha de pasto arbolado y 1.14 de uso urbano en el área de protección. En Gruta 4 los datos no varían mucho, en la misma tabla se encuentra que de bosque secundario hay 1.87 ha, de pasto arbolado 0.45 ha y de uso urbano 0.77 ha.

Tomando los criterios de la Ley Forestal y que las nacientes son de dominio público de carácter permanente su área de protección cuenta con uso no conforme de la tierra.

Figura 10. Uso de la tierra en las nacientes Las Grutas 1 y 4 en Belén de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

Tabla 5. Área en hectáreas del uso de la tierra de las nacientes La Grutas 1, 2, 3 y 4.

Cantón	Naciente	Uso de la tierra	Área (Ha)
Belén	Gruta 1	Bosque secundario	1.89
		Pasto arbolado	0.45
		Urbano	1.14
	Gruta 2	Bosque secundario	2.61
		Pasto arbolado	0.09
		Urbano	0.19
		Pasto limpio	0.02
	Gruta 3	Bosque secundario	2.80
Pasto limpio		0.19	

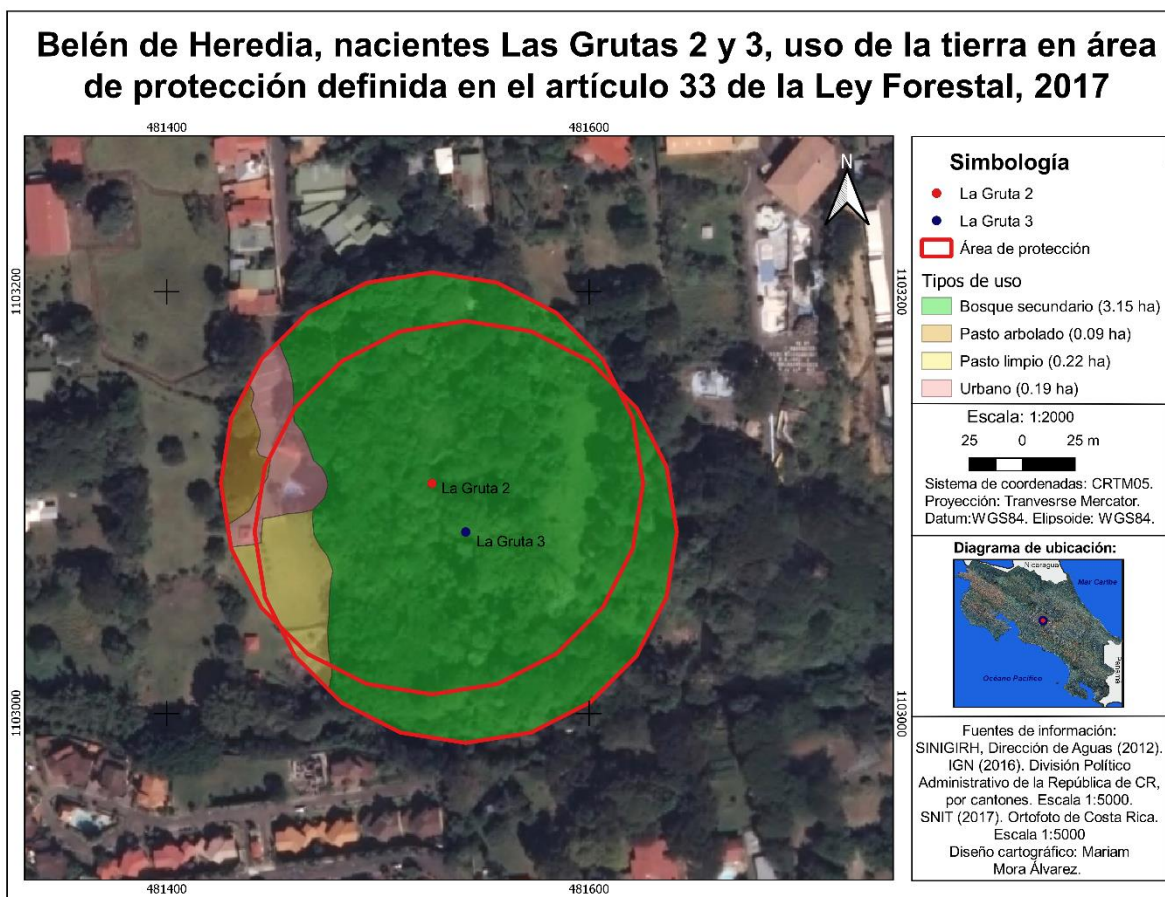
		Urbano	0.1
		Bosque secundario	1.87
		Pasto arbolado	0.45
	Gruta 4	Urbano	0.77

Fuente: Elaboración propia.

La Gruta 2 y la Gruta 3 presenta un uso adicional a las Grutas 1 y 4, estas nacientes como se puede ver en la figura 11 tienen bosque secundario, pasto arbolado, pasto limpio y uso urbano con un área definida en hectáreas de 3.15, 0.09, 0.22 y 0.19 ha respectivamente. En la tabla 5 se puede ver que la Gruta 2 tiene 2.61 ha de bosque secundario, 0.09 de pasto arbolado, 0.02 de ha de pasto limpio y 0.19 de uso urbano. Mientras que en la Gruta 3 solo se identificaron bosque secundario con 2.80 ha, pasto limpio con 0.19 ha y uso urbano con 0.1 ha.

Estas nacientes son de dominio público de carácter permanente y pese a que presentan una buena cantidad de bosque hay presencia de zona urbana y otros usos que no son de protección por lo que se considera que hay un uso no conforme dentro del área de protección.

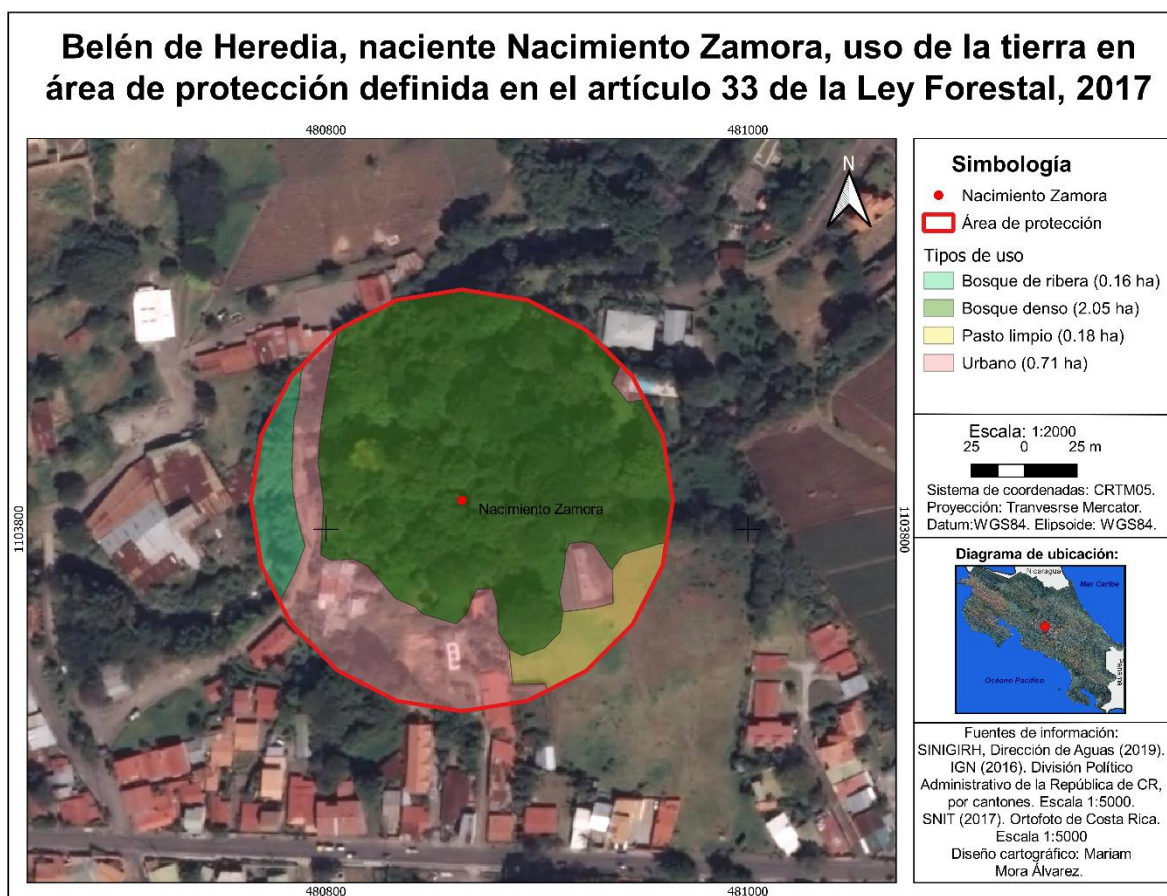
Figura 11. Uso de la tierra en las nacientes Las Grutas 2 y 3 en Belén de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

La figura 12 representa el uso de la tierra en la naciente Nacimiento Zamora en el área de protección definida en el artículo 33 de la Ley forestal. Los usos identificados son bosque de ribera con un área de 0.16 ha, bosque denso con 2.05 ha, pasto limpio con 0.16 ha y uso urbano con 1.71 ha. La naciente es de dominio público de carácter permanente por lo que, según los usos de la tierra ubicados en su área de protección, se puede catalogar con uso no conforme.

Figura 12. Uso de la tierra en la naciente Nacimiento Zamora en Belén de Heredia.



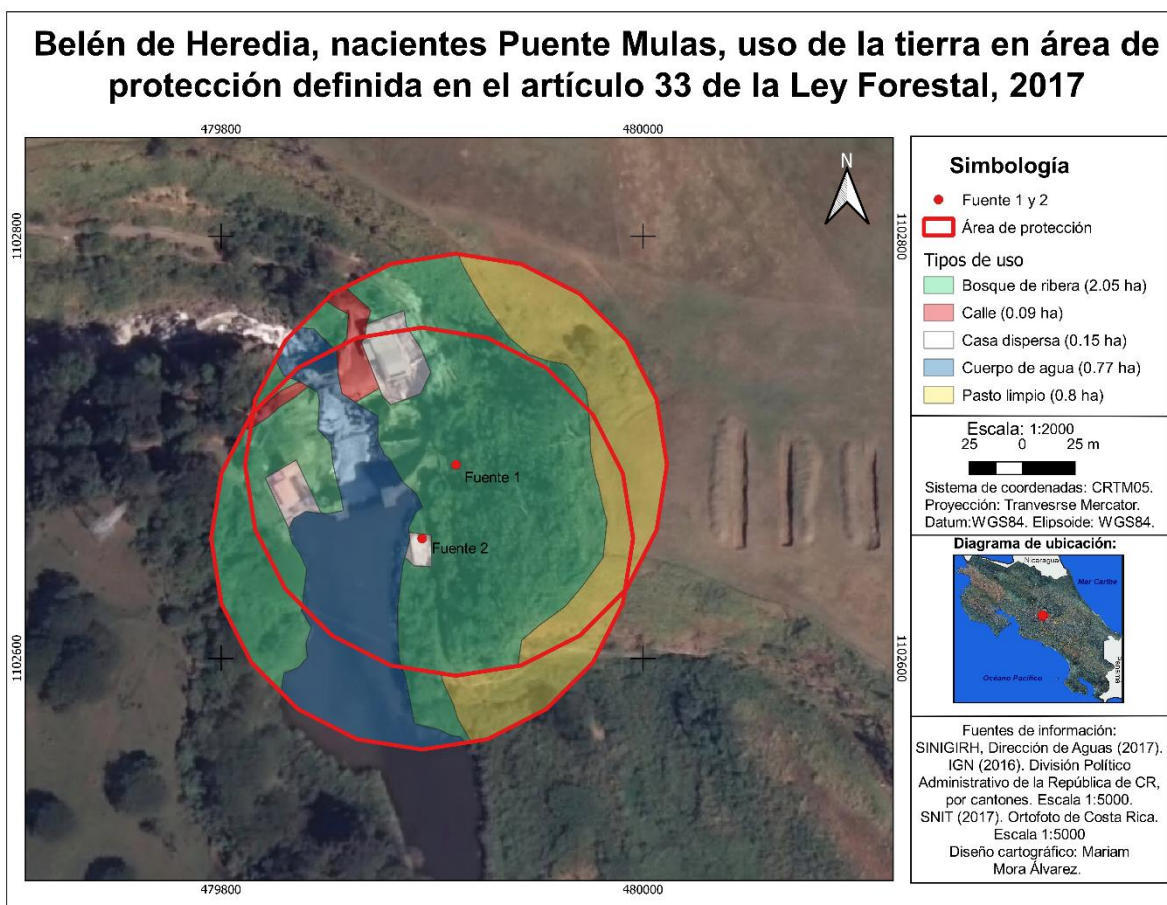
Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

En la figura 13 se muestra el uso de la tierra en el área aledaña a las nacientes Fuente Mulass llamadas Fuente 1 y Fuente 2. Dentro del área de protección se encuentran cinco tipos de usos de la tierra de manera que, hay 2.05 ha de bosque ribera, 0.09 ha de correspondiente a calle, 0.15 ha de uso urbano catalogado como casa dispersa, 0.77 ha que corresponde a un cuerpo de agua y 0.8 ha de pasto limpio.

De forma individual se puede ver en la tabla 6 que, la Fuente 1 difiere en área de uso de la tierra con la Fuente 2, de modo que para el primer nacimiento se identificó 1.73 ha de bosque de ribera, 0.08 ha corresponde a uso de calle, 0.18 ha de uso urbano que se cataloga como casa dispersa, 0.5ha de cuerpo de agua y 0.61 ha de pasto limpio. Mientras que la Fuente 2 presenta 1.79 ha de bosque ribera, 0.02 ha de calle, 0.15 ha de uso urbano que igual corresponde casas dispersas, 0.74 ha de cuerpo de agua y 0.36 de pasto limpio.

Tomando en cuenta los criterios para la evaluación del uso de la tierra en el área de protección de los manantiales que se están estudiando, los cuales son: lo que dicta la Ley Forestal y el criterio de carácter dominio público de carácter permanente de ambas nacientes, tanto la Fuente 1 como la Fuente 2 se catalogan con un uso no conforme.

Figura 13. Uso de la tierra en las nacientes Puente Mulas (Fuente 1 y 2) en Belén de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

Tabla 6. Área en hectáreas del uso de la tierra de las nacientes Fuente 1 y 2 de Puente Mulas.

Cantón	Naciente	Uso de la tierra	Área (Ha)
Belén	Puente Mulas	Bosque de ribera	1.73
	Fuente 1	Calle	0.08

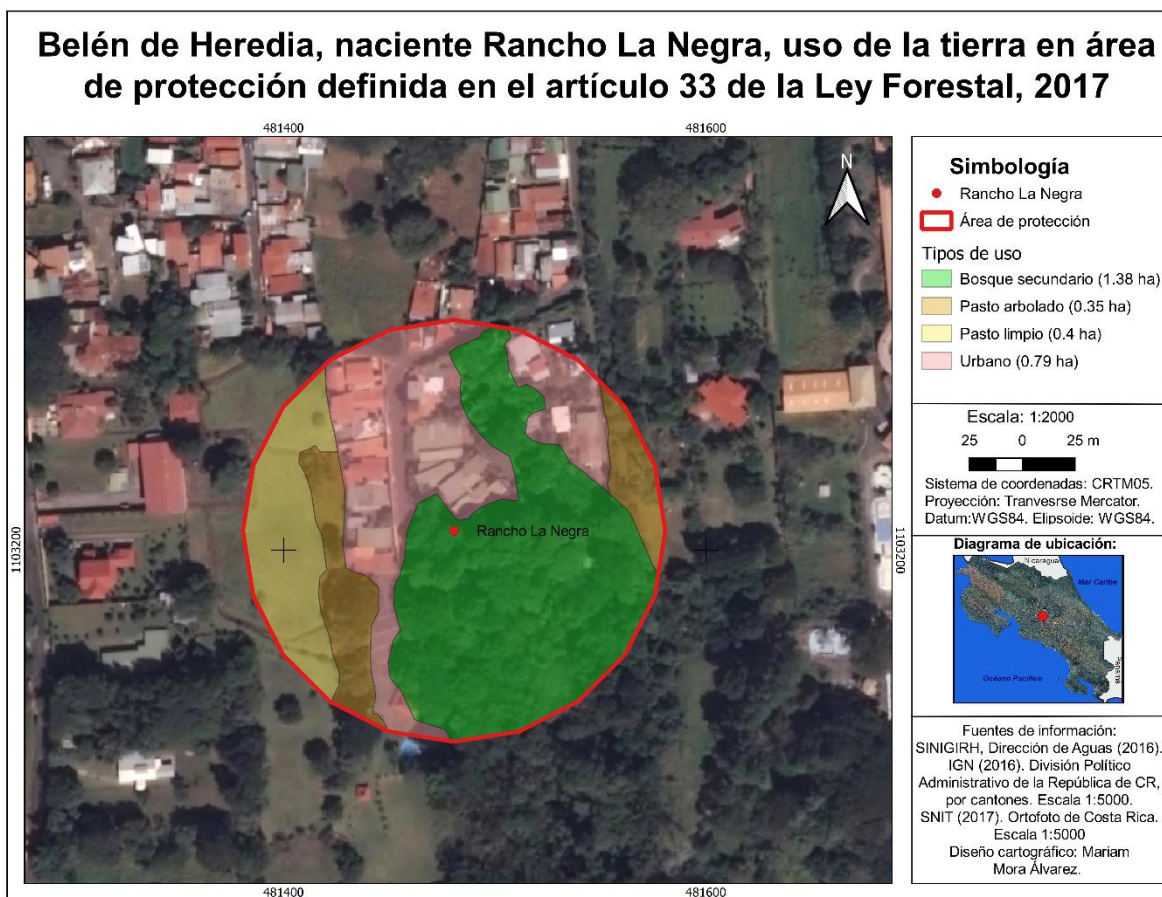
		Casa dispersa	0.18
		Cuerpo de agua	0.5
		Pasto limpio	0.61
	Puente Mulas Fuente 2	Bosque de ribera	1.79
		Calle	0.02
		Casa dispersa	0.15
		Cuerpo de agua	0.74
		Pasto limpio	0.36

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, en la figura 14 que representa el uso de la tierra en el área de protección de la naciente Rancho la Negra donde se identificaron cuatro usos predominando el bosque secundario con 1.38 ha, después el uso urbano con 0.70 ha, seguidamente el pasto limpio con 0.4 ha y por último, 0.35 ha que pertenece a pasto arbolado.

Según la Dirección de Agua la naciente Rancho la Negra es de dominio público de carácter permanente, por lo tanto, tomando como referencia los usos detectados y lo que define la ley forestal en el artículo 33 de la ley forestal, el uso en el área de protección se clasifica como no conforme.

Mapa 14. Uso de la tierra en la naciente Rancho la Negra en Belén de Heredia.

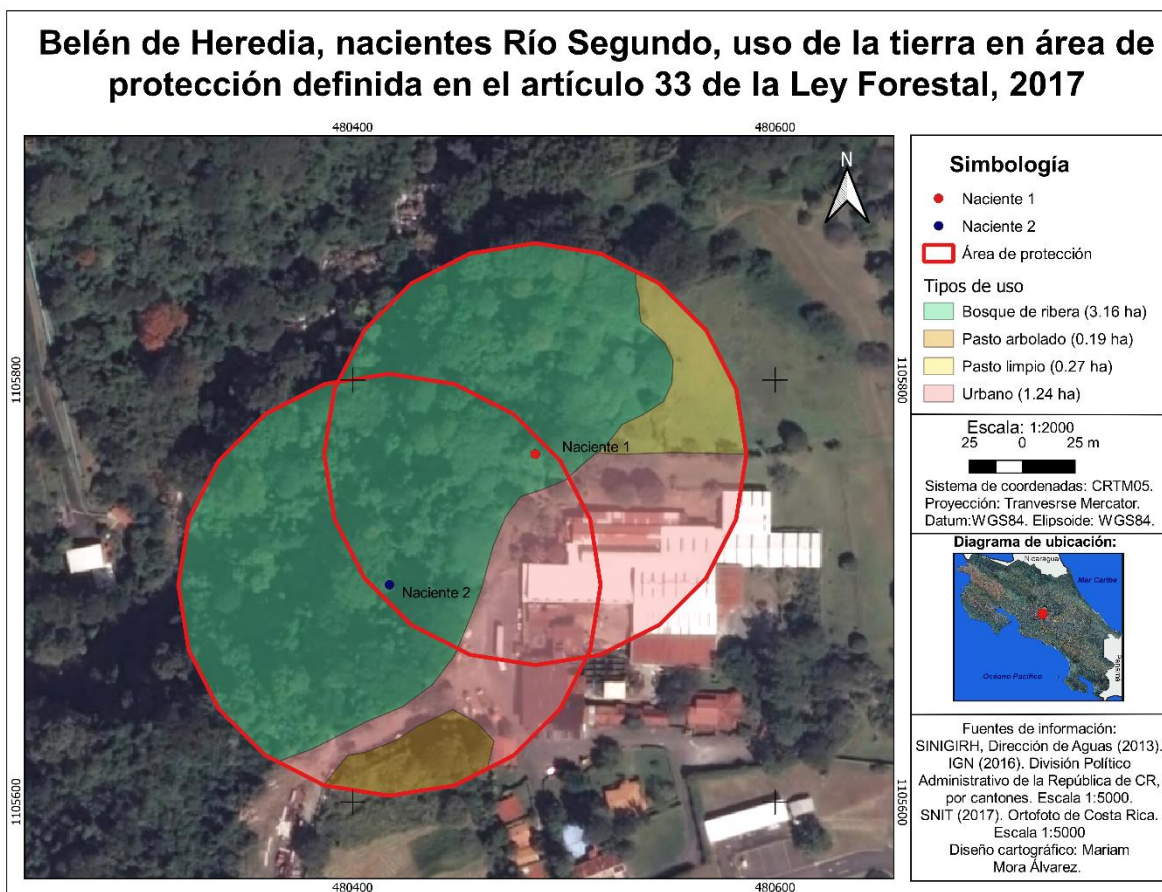


Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

En lo que incumbe las nacientes de Río Segundo, la figura 15 muestran los usos de la tierra que se identificaron en el área de protección para estas nacientes. En la imagen se muestra que se identificaron cuatro tipos de uso, estos son: bosque de ribera con 3.16 ha, pasto limpio con 0.27 ha, uso urbano con 1.24 ha y pasto arbolado con 0.19 ha. La tabla 7 indica que en el manantial llamado Nacimiento 1 solo hay tres usos identificados, que corresponden a 1.94 ha de bosque de ribera, 0.27 ha de pasto limpio y 0.88 ha de uso urbano. En el Nacimiento 2 se identificó un uso de bosque de ribera con 2.19 ha, pasto arbolado con 0.16 ha y uso urbano con 0.74 ha.

Ante los datos obtenidos en estas nacientes y tomando como referencia lo que define la Ley forestal en el artículo 33 y, sabiendo que son nacientes de dominio público de carácter permanente se evalúa el área de protección con uso no conforme.

Mapa 15. Uso de la tierra en las nacientes Río Segundo en Belén de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

Tabla 7. Área en hectáreas del uso de la tierra de las nacientes Nacimiento 1 y 2, Río Segundo.

Cantón	Naciente	Uso de la tierra	Área (Ha)
Belén	Río Segundo, Nacimiento 1	Bosque de ribera	1.94
		Pasto limpio	0.27
		Urbano	0.88
Belén	Río Segundo, Nacimiento 2	Bosque de ribera	2.19
		Pasto arbolado	0.16
		Urbano	0.74

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el cantón se encuentran las nacientes “Las Titas” llamadas Las Titas 1, Las Titas2 y Las Titas 3. En la figura 16 se pueden ver los usos identificados que son: bosque de ribera con 0.97 ha, pasto limpio con 0.17 ha y, uso urbano con 2.2 ha. De forma individual en la tabla 8 se puede ver que, Las Titas 1 presenta 0.97 de bosque de ribera, 2.01 de uso urbano y 0.12 de pasto limpio. Las titas 2 presenta 0.83 ha de bosque de ribera, 2.12 ha de uso urbano y 0.14 ha de pasto limpio. Finalmente, la naciente Las Titas 3 tiene 0.76 ha de bosque de ribera, 2.15 de uso urbano y 0.18 ha de pasto limpio dentro del área de protección.

Tomando lo criterios que manda la Ley Forestal, lo que precisan los usos conformes y no conformes en reglamentos de zonificación y planes reguladores y, que estas son nacientes de dominio público de carácter permanente; se catalogan las nacientes Las Titas con uso no conforme dentro del área de protección que define el artículo 33 de la Ley Forestal.

Figura 16. Uso de la tierra en la naciente Las Titas en Belén de Heredia.



Fuente: Elaboración propia con datos del SINIGIRH, Dirección de Agua y del SNIT.

Tabla 8. Área en hectáreas del uso de la tierra de las nacientes Titas 1, 2 y 3.

Cantón	Naciente	Uso de la tierra	Área (Ha)
Belén	Tita1	Bosque de ribera	0.97
		Urbano	2.01
		Pasto limpio	0.12
	Tita2	Bosque de ribera	0.83
		Urbano	2.12
		Pasto limpio	0.14
	Tita3	Bosque de ribera	0.76
		Urbano	2.15
		Pasto limpio	0.18

Fuente: Elaboración propia.

A manera que síntesis, los usos más identificados son el urbano, pastos limpios, bosque de ribera y bosque secundario. Además, el 100 % de las nacientes tienen un uso no conforme de la tierra en el área de protección. Por lo que en general no se está cumpliendo con el mandato de la Ley Forestal.

Capítulo 2. Amenazas presentes alrededor de los manantiales por la dinámica espacial.

El espacio geográfico indica el entorno físico que ha sido organizado por la sociedad, en interacción con el medio, la humanidad responde a las condiciones en las que se encuentra, es decir, a las circunstancias geográficas exteriores que caracterizan y dan origen a la dinámica espacial. Desde la geografía es a partir siglo XX donde se dieron diferentes enfoques y concepciones del espacio geográfico (Vargas, 2012). Estos han sido resumidos en dos grupos de enfoques:

En el primero los geógrafos tuvieron una marcada inclinación por la naturaleza o factores físicos y tratan de explicar que el paisaje o conjunto observado es producto de una interacción de los elementos físicos como el relieve, la geomorfología, el clima, el suelo y la vegetación. En el segundo, el geógrafo considera como fundamental al individuo y a la sociedad que transforma, vive y construye el espacio

y es de nuestro interés estudiar estos cambios desde el concepto de espacio físico hasta el territorio como espacio vivido y construido (Vargas, 2012, p 1).

Haciendo referencia a lo anterior, existe una relación muy evidente entre la sociedad y la naturaleza, definida desde las actividades que se realizan para satisfacer principalmente la demanda humana. Por lo anterior, es importante analizar a través de los datos obtenidos en el capítulo anterior la dinámica espacial que caracterizan a las áreas de protección de los manantiales.

La amenaza hacia el recurso hídrico es real, debido a que es un recurso limitado, de difícil acceso y a pesar que el país es rico en el recurso no está exento de responsabilidad ante la mala gestión y protección, Salas (2010) menciona que “el agua en Costa Rica tiene varios enemigos que con solamente tocarla la ensucian y la contaminan, (...) se trata de desechos como plaguicidas o hidrocarburos y acciones propias de la mano del hombre como incendios y urbanizaciones “ (párr.1), que como consecuencia destruyen el hábitat de muchas especies y dañan el ecosistema. En la campaña en defensa del agua “se analizaron problemas de contaminación por sedimentos, basura, plaguicidas, e inclusive carburantes que afectan zonas costeras, ríos y lagos del país, como por ejemplo el cauce del Río Rincón, en la Península de Osa, asediado por las cargas de sedimentos que recibe” (Salas, 2010, párr. 5).

En relación, el acceso al agua es el servicio más importante que se puede tener el ser humano, de modo que, si no es protegido de la mejor manera es uno de los mayores problemas con el que se puede enfrentar la humanidad. Abellán (2015) dice que “el agua cumple un papel fundamental en la agenda de crecimiento ecológico como un requisito esencial para la salud humana, el desarrollo económico, y la sustentabilidad medioambiental” (párr. 3). La presencia de uso urbano, cultivos y la escasez de bosque puede ocasionar problemas difíciles de solucionar; imaginarse un mundo sin agua, es un mundo sin vida, sin naturaleza, sin humanos, sin ríos, lluvias, sin agua potable, sin industrias, etc., es pensar en un entorno vacío. Por lo tanto, se debe tener una buena gestión del recurso y sobre todo protegerla y resguardarla para el beneficio de todos, porque son grandes retos los que enfrentan estas nacientes para la preservación y el manejo adecuado del recurso y el área de protección ante los usos de la tierra identificados. La UNESCO (2014) menciona en el decenio internacional para la Acción ‘el agua fuente de vida’ 2005-2015, que:

- *Los cultivos y la agricultura* son el mayor demandante de agua a escala mundial, estos representan el 70% de las extracciones de agua en todo el mundo. La agricultura de secano es el sistema de producción agrícola predominante en todo el mundo y su productividad actual es, en promedio, un poco más de la mitad del potencial a obtener sobre una gestión agrícola óptima. Para 2050, la agricultura tendrá que producir un 60% más de alimentos a nivel mundial y un 100% más en los países en vías de desarrollo (UNESCO, 2014).
- El *sector doméstico* “representa el 10% del uso total de agua. Y, en todo el mundo, se estima que 748 millones de personas siguen sin tener acceso a una fuente mejorada de agua y que 2.500 millones siguen sin acceso a unos servicios de saneamiento mejorados” (UNESCO, 2014, párr. 3). Todo esto se relaciona principalmente al uso urbano y como se mencionó los sectores de estudio presentan una gran cantidad de población que demandan el recurso hídrico, tomando en cuenta que en sectores rurales hay un porcentaje pequeño sin acceso al recurso.
- *La industria y la energía* representan el 20% de la demanda de agua, este panorama es más evidente en los países más desarrollados que proporcionan más recursos para la extracción de agua dulce que otros países. El equilibrio entre la industrialización y la sostenibilidad del agua no está al mismo nivel, de manera que, la globalización y la forma de extender los beneficios de la industrialización a todo el mundo equitativamente y sin impactos insostenibles sobre el agua y otros recursos naturales es la cuestión clave (UNESCO, 2014).
- La UNESCO (2014) también menciona que a lo que constan las ciudades, “más de la mitad de la población ya vive en áreas urbanas y, para 2050, se espera que más de dos tercios de una población mundial de 9.000 millones viva en ciudades” (párr. 4). Asimismo, señala que el crecimiento también da lugar a un aumento del número de personas que viven en barrios marginales y que suelen sufrir unas condiciones de vida muy pobres, sin acceso o con un acceso inadecuado a agua y saneamiento. Por lo tanto, el desarrollo de los recursos hídricos para el crecimiento económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental está estrechamente vinculado con el desarrollo sostenible de las ciudades (UNESCO, 2014).

La rápida urbanización provoca la “creciente demanda de agua, el uso desorganizado de tierras y la contaminación sin control amenazan el suministro de agua, el incremento de riesgos de inundación, y afectan la calidad de vida de los residentes urbanos” (Abellán, 2015, párr. 4). Ante esto se le suma la mala gestión de los residuos sólidos (basura) que puede provocar grandes desastres en el ecosistema, mucha contaminación e incluso, provocar más estrés hídrico debido al mal manejo y depósito de sedimentos, basura y otros provenientes de la estructura urbana.

En el país se estima que el 75 % de las fuentes de abastecimiento están calificadas como altamente vulnerables, en especial las fuentes superficiales o manantiales, “el aporte de nitratos por fertilizantes, la salinización en acuíferos costeros y la evacuación de excretas por tanques sépticos se reportan como las principales amenazas” (Estado de la Nación, 2002; citado por Valverde, 2013, p. 8). Además, indica que cerca del 80 % de la población evacúa sus aguas domésticas a través de sistemas de tanques sépticos.

El Estado de la Nación, en su octavo informe del 2001 y en su decimocuarto informe del 2008 según Valverde (2013), menciona cinco casos que evidencian la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano:

1. Contaminación en la fuente Zamora, en Belén.
2. Contaminación en planta potabilizadora en Ipís de Goicoechea.
3. Crisis de abastecimiento pronosticada para el año 2015 en Guanacaste, por el incremento estimado en la extracción del agua en un 200 % para fines turísticos, con la consecuente salinización de los acuíferos costeros.
4. Sobreextracción legal y clandestina de las aguas en los acuíferos Barva y Colima por encima de su capacidad de recarga.
5. Frecuente y elevado uso de pesticidas sobre suelos altamente permeables en Poás de Alajuela, Cartago y Heredia, donde existen acuíferos poco profundos.

Entre otros factores que se señala Valverde (2013) que afectan también el recurso hídrico esta: el deterioro de las cuencas como consecuencia de la deforestación, el crecimiento urbano desregulado, el mal uso de los suelos y el vertido de todo tipo de desechos sólidos y aguas domésticas sin tratamiento; y, falta de una gestión integrada interinstitucional, multidisciplinaria y extra disciplinaria de manejo de cuencas.

Con base en todo lo mencionado, las posibles amenazas que presentan las nacientes abarcadas en este estudio, por los tipos de uso de la tierra en el área de protección están:

- Contaminación por agroquímicos usados para los cultivos.
- Contaminación por la mala gestión de la basura, por verteros de basura.
- Contaminación por hidrocarburos a causa de la flota vehicular.
- Contaminación por metano principalmente por ganadería, que posiblemente haya en las áreas donde hay pastos limpios y arbolados.
- Degradación del suelo y del recurso hídrico por presencia de ganadería (en caso de que haya).
- Tala de bosques para la producción de pastos.
- Desperdicio de agua y sobre explotación de las nacientes por parte la población y las industrias.
- Sequía por efectos meteorológicos a causa del cambio climático y falta de presencia de árboles que les proteja.
- Sequia por deforestación.
- Inadecuado uso de las nacientes, es decir, propósitos desmedidos: regadío de cultivos, sobre explotación del recurso para consumo humano reduciendo el caudal base.
- Estrés hídrico por la creciente urbanización y la presión que ejerce por el recurso (escasez del recurso).

Asimismo, es importante mencionar que el fenómeno del cambio climático se puede considerar como una amenaza al agua pues contribuye a el estrés hídrico que se genera principalmente por las fuertes temperaturas, por lo cambios en los patrones de precipitación y sequias más intensas y prolongadas, variabilidad climática (tormentas tropicales y fuertes inundaciones), “el cambio climático perjudica de manera importante la oferta del recurso hídrico. (...) . Las sequías podrán prolongarse en algunas regiones mientras que las lluvias pueden intensificarse en otras” (Echeverría y Cantillo, 2013, p. 15).

Conclusiones y recomendaciones

Como se evidencia en este informe, los diferentes usos que se le den a la tierra de forma no regulada cerca de los cuerpos de agua representan una amenaza en el sector hídrico y sin importar la gran cantidad que hay en el área de estudio, las nacientes son objeto de muchos riesgos y de múltiples factores de vulnerabilidad que amenazan el recurso con facilidad y que, además, comprometen la disponibilidad futura y el control de calidad del agua. El hecho de no acatar las directrices que demandan las leyes para proteger y preservar los recursos naturales suma la complejidad de subsanar los daños ya ocasionados en las áreas de protección.

Mediante el trabajo de fotointerpretación realizado se detectaron diferentes usos en las áreas de protección de las nacientes como lo es el uso urbano, cultivos y pastos limpios y arbolados, estos son conocidos como usos no conformes por lo que se puede decir que la presencia de diferentes usos ajenos a preservación y protección de la tierra existe dentro las áreas de protección de las nacientes. De las 25 nacientes estudiadas 20 tienen uso urbano, 19 pastos limpios y en su mayoría predomina el bosque de ribera; esto a su vez conduce a que haya vulnerabilidad ambiental, riesgo y amenaza del recurso hídrico. Tomando en cuenta esos aspectos y considerando lo que indica la ley forestal para las áreas de protección, no se está cumpliendo en su totalidad lo que se demanda en el artículo 33 y 34 de dicha ley.

Sin embargo, hay nacientes que tiene potencial para la recuperación del área de protección, tal es el caso de la naciente Finca el Encierro en el cantón San Rafael y las nacientes Las Grutas en el cantón de Belén que son áreas que poseen gran cantidad de vegetación, así como en su mayoría existe una porción de algún tipo de bosque en el área de las nacientes. De modo que para las nacientes con esta capacidad se recomienda fomentar la interacción con los propietarios para permitir el desarrollo de la vegetación a través de procesos naturales y fortalecer la organización de figuras involucradas en la gestión y preservación de las áreas forestales.

Por otro lado, la imagen satelital es solo una herramienta del geógrafo o para cualquier otro profesional para suplementar la información, por lo que se recomienda ir al campo para analizar el panorama de las áreas de protección, incluyendo encuestas a los propietarios o vecinos de las zonas y verificar si los usos identificados son correctos. Además, se

recomienda trabajar en un enfoque conservador acatando los reglamentos de las leyes para la preservación del recurso hídrico. Dar charlas de capacitación y concientización ambiental, que involucren la importancia del agua y hacer un adecuado uso del recurso hídrico. Además, que se regulen y se les de seguimiento a las captaciones de las nacientes, así como el buen manejo de la Ley Forestal para verificar que los usos se estén haciendo a la brevedad.

Bibliografía

Abellán, A. (2015). Un acercamiento a la Gestión Integral del Agua Urbana. Obtenido de sudsostenible.com: <http://sudsostenible.com/un-acercamiento-la-gestion-integral-del-agua-urbana/>

Ambientico. (2013). El agua en Costa Rica. Obtenido de www.ambientico.una.ac.cr: <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientales/45.pdf>

Ambientico, Blanco, J., Portilla, R., & Rodríguez, C. (2011). ¿Explotación de recursos en áreas protegidas? Obtenido de www.ambientico.una.ac.cr: <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/217.pdf>

Arias, M. (s.f.). Manantiales. Obtenido de www.cicg.ucr.ac.cr: <http://www.cicg.ucr.ac.cr/sites/default/files/archivos/tema6.pdf>

Asamblea legislativa. (2002). Comisión Permanente Especial de Ambiente. Obtenido de www.pgrweb.go.cr: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/pronunciamiento/pro_ficha.aspx?param1=PRD¶m6=1&nDictamen=11126&strTipM=T

Ávila, H. (2005). Lo urbano-rural, ¿nuevas expresiones territoriales? Obtenido de biblioteca.clacso.edu.ar: http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/crim-unam/20100503120801/Lo_urbano_rural.pdf

AyA. (2003). Ministerio de Salud Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Organización Panamericana de la Salud Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud Calidad del agua potable en Costa Rica: Situación actual y perspectivas. Obtenido de www.bvs.sa.cr: <http://www.bvs.sa.cr/php/situacion/agua.pdf>

- AyA. (2014). Conservación y uso sostenible del servicio ecosistémico agua. Obtenido de www.aya.go.cr:
<https://www.aya.go.cr/interactivo/materialestudiantes/El%20Agua.pdf>
- AyA. (2020). 17 de abril del 2020 Consecutivo CCO 2020426 Programa de racionamiento del servicio de agua potable en el Acueducto Metropolitano por época seca Semana del 20 al 26 de abril. Obtenido de www.aya.go.cr:
<https://www.aya.go.cr/Noticias/comunicadosPrensa/Programa%20racionamientos%2020%20al%2026%20de%20abril%202020.pdf>
- Campos, M., Toscana, A., & Campos, J. (2015). Riesgos socionaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. Obtenido de www.scielo.org.co: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v24n2/v24n2a4.pdf>
- CEPAL. (2012). Notas de población. Obtenido de repositorio.cepal.org:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/12902/np94177209_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Consultora Acón y Asociados S.A. . (1991). Manual Descriptivo de la leyenda del Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra de Costa Rica. Obtenido de www.mag.go.cr:
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P30-8813.pdf>
- Cortés, C. (2013). Estrategias de desarrollo rural en la ue: definición de espacio rural, ruralidad y desarrollo rural. Obtenido de ua.ua.es:
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/26548/2/Dosier_teorico.pdf
- DC MINAE. (2018). Plan de acción para la atención integral de la contaminación generada por fuentes difusas. Obtenido de www.da.go.cr: http://www.da.go.cr/wp-content/uploads/2017/01/MECANISMO_CONTAMINACION_DIFUSA_06_04_2018-VF.pdf
- Dirección de Agua. (2017). Guía interna de apoyo para elaborar el dictamen de un cuerpo de agua. Obtenido de www.da.go.cr: <http://www.da.go.cr/wp-content/uploads/2016/07/DA-GRH-0013-Guia-de-dictamenes-te%CC%81cnicos-sobre-cuerpos-en-el-agua.pdf>

- Echeverría, J., & Cantillo, B. (2013). Instrumentos económicos para la gestión del agua. *Ambientico*, 13-15. Obtenido de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientales/45.pdf>
- García, M., Darío, F., Marín, R., Guzmán, H., Verdugo, N., Domínguez, E., . . . Cortés, G. (s.f.). El agua. Obtenido de [documentacion.ideam.gov.co: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf)
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México.
- Inder. (2016). Informe de Caracterización Básica Territorio Barva-Santa Bárbara-San Isidro-San Rafael-Santo Domingo-Vara blanca. Obtenido de [/www.inder.go.cr: https://www.inder.go.cr/heredia-rural/Caracterizacion-Barva-Santa-Barbara-San-Isidro-San-Rafael-Santo-Domingo-Vara-blanca.pdf](https://www.inder.go.cr/heredia-rural/Caracterizacion-Barva-Santa-Barbara-San-Isidro-San-Rafael-Santo-Domingo-Vara-blanca.pdf)
- INEC. (2013). Indicadores cantonales, Heredia. Obtenido de [www.inec.cr: https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos/poblacion/estadisticas/resultados/replaccenso2011-04.pdf.pdf](https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos/poblacion/estadisticas/resultados/replaccenso2011-04.pdf.pdf)
- Marín, G. (2011). Economía 1. Obtenido de [www.uaeh.edu.mx: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4775/economia-1.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4775/economia-1.pdf)
- Merlotto, A., Merlotto, M., & Bértola, G. (2012). Crecimiento urbano y cambios del uso/cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén, Buenos Aires, Argentina. Obtenido de [scielo.conicyt.cl: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022012000300010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022012000300010)
- MINAE. (2017). Sistematización del Proceso de Creación y Desarrollo del Sinac. Obtenido de [www.sinac.go.cr: http://www.sinac.go.cr/ES/partciudygober/Libros%20Sistematizacion/Creacion%20y%20Desarrollo%20del%20SINAC.pdf](http://www.sinac.go.cr/ES/partciudygober/Libros%20Sistematizacion/Creacion%20y%20Desarrollo%20del%20SINAC.pdf)
- Mora, D., & Portuguese, C. (2019). Agua para consumo humano por provincias y saneamiento por agua para consumo humano por provincias y saneamiento por rurales de costa rica al 2018. Obtenido de [www.aya.go.cr/:](http://www.aya.go.cr/)

<https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Informe%20agua%20potable%20y%20saneamiento%202019%20-%20Laboratorio%20Nacional%20de%20Aguas.pdf>

Municipalidad de Belén. (2017). Plan regulador para el cantón de Belén adopción del plan regulador a aplicarse en todo el cantón. Obtenido de www.belen.go.cr: [https://www.belen.go.cr/web/guest/busqueda?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Fbusqueda&_101_assetEntryId=67876&_101_type=document&redirect=https%3A%](https://www.belen.go.cr/web/guest/busqueda?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Fbusqueda&_101_assetEntryId=67876&_101_type=document&redirect=https%3A%2Fwww.aya.go.cr/Noticias/Documents/Informe%20agua%20potable%20y%20saneamiento%202019%20-%20Laboratorio%20Nacional%20de%20Aguas.pdf)

Municipalidad de Poás. (2011). Reglamento para la Zonificación de las áreas de reserva y protección de los manantiales, nacientes, mantos acuíferos y áreas de recarga para el cantón de Poás. Obtenido de www.pgrweb.go.cr: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=71269&nValor3=86447&strTipM=TC

Municipalidad de San Isidro. (2017). Metodología general para elaboración de los estudios hidrogeológicos para los planes reguladores. Obtenido de www.munisanisidro.go.cr: <https://www.munisanisidro.go.cr/index.php/documentos/plan-regulador>

Municipalidad de San Pablo. (s.f.). Contexto ambiental. Obtenido de www.sanpablo.go.cr: <https://www.sanpablo.go.cr/wp-content/uploads/2019/10/contexto-ambiental.pdf>

Pérez, A. (2012). La integración de la gestión de riesgos en la gestión del desarrollo local desde la perspectiva de la vulnerabilidad ambiental en los territorios. Obtenido de www.eumed.net: <http://www.eumed.net/rev/delos/13/apf.pdf>

Ribera, W. (1987). Desarrollo urbano en Costa Rica. Características y Problemas. [invu.com](http://www.invu.com).

Ribera, W. (s.f.). Desarrollo urbano en costa rica. características y problemas. Obtenido de INVU.

Sala Constitucional. (1961). Ley de Tierras y Colonización (ITCO INDER) . Obtenido de www.pgrweb.go.c: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=32840

- Sala Constitucional. (1976). Ley General de Agua Potable. Obtenido de www.pgrweb.go.cr: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6825&nValor3=7296&strTipM=TC
- Salas, O. (2010). Contaminación amenaza recurso hídrico de Costa Rica. Obtenido de www.ucr.ac.cr: https://www.ucr.ac.cr/noticias/2010/06/11/contaminacion-amenaza-recurso-hidrico-de-costa-rica.html
- Samper, J. (2014). Manantiales y Relaciones Río-Acuifero de Hidrología del Subsuelo. Obtenido de https://www.google.com/search?q=manantiales+pdf&rlz=1C1CHZL_esCR682CR682&oq=mana&aqs=chrome.0.69i59j46j35i39j46l2j0l2.3394j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- SINAC. (2017). Planes de Prevención, Protección y Control en Áreas Silvestres Protegidas. Obtenido de <http://www.sinac.go.cr: http://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Costa%20Rica%20Por%20Siempre-Arte%20digital%20Gu%C3%ADa%20de%20Control%20y%20Protecci%C3%B3n-17-08-16-v01-LR.pdf>
- SINAC. (s.f.). Ordenamiento Territorial y Cuencas Hidrográficas. Obtenido de www.sinac.go.cr: http://www.sinac.go.cr/ES/ordeterrcue/Paginas/default.aspx
- Soto, J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable.
- UACJ. (2013). Introducción en áreas naturales protegidas. Obtenido de www3.uacj.mx: http://www3.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/Hojas%20tecnicas/AREAS%20NATURALES%20PROTEGIDAS.pdf
- UICN. (2008). ¿Qué es un área protegida? Obtenido de [www.iucn.org: https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/%C3%A1reas-protegidas/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-%C3%A1rea-protegida](https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/%C3%A1reas-protegidas/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-%C3%A1rea-protegida)

UNESCO. (2014). Decenio Internacional para la Acción 'El agua fuente de vida' 2005-2015. Obtenido de www.un.org: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml

UNESCO. (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. Obtenido de unesdoc.unesco.org: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304/PDF/367304spa.pdf.multi>

Valverde, R. (2013). Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica. *Ambientico*, 5-11. Obtenido de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientales/45.pdf>

Vargas, G. (1992). Estudio del uso actual y capacidad de uso de la tierra en América Central. Anuario UCR.

Anexos

Anexo 1. Cronograma de actividades.

Cronograma de actividades de PPS		
Semana	Fecha	Actividades a realizar
1	10-14 de febrero	Busqueda de institución.
2	17-21 de febrero	Hablar en la institución y formulación de objetivos. Identificación de nacientes.
3	24-28 de febrero	Lunes y miércoles ir a la institución: identificación de nacientes e inventario de mapas ya realizados por las municipalidades de los cantones.

		<p>Jueves: planteamiento del problema y metodología.</p> <p>Viernes: cronograma de actividades.</p>
4	02-06 de marzo	<p>Lunes y miércoles: avanzar con las nacientes (seguir con el inventario). Hacer un mapa de ubicación. Corregir las observaciones que hizo el profesor en el tema, objetivos, planteamiento del problema y metodología.</p> <p>Jueves y sábado. Hacer la introducción e iniciar marco teórico.</p>
5	09-13 de marzo	<p>Lunes y miércoles: Dar inicio con el primer objetivo específico, iniciar con los mapas de tipo de uso en los radios de cada una de las nacientes.</p> <p>Hacer la justificación y dar seguimiento al marco teórico.</p> <p>Jueves: Características del área de estudio.</p>
6	16-20 de marzo	<p>Lunes y miércoles: Perfil de la institución.</p> <p>Si es posible enviar el avance al profesor para que haga observaciones.</p> <p>Corregir observaciones.</p> <p>Montar la presentación para el primer avance.</p>
7	23 de marzo	Presentación Avance #1. Elaboración de mapas.
8	06-10 de abril	<p>Elaboración de mapas (objetivo 1) y perfil de la institución.</p> <p>Estado de la cuestión.</p>
9	13-17 de abril	Elaboración de mapas (objetivo 1). Finalizar marco teórico.
10	20-24 de abril	Dar inicio al objetivo dos que es el análisis.

11	27-01 de mayo	Discusión de resultados. Enviar avance al profesor. Corregir observaciones.
12	04-08 de mayo	Presentación para el segundo avance. Discusión de resultados.
13	11 de mayo	Presentación Avance #2. Discusión de resultados.
14	18-22 de mayo	Discusión de resultados, enviar avance al profesor.
15	25-29 de mayo	Conclusiones, enviar avance al profesor, resolver sugerencias.
16	01 de junio	Entrega del documento final.
17	15-16 junio	Presentación PPT

Fuente: Elaboración propia.