



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

Levantamiento del Área de Protección en el sector suroeste del Río Ciruelas, Santa Bárbara de Heredia.

-Municipalidad de Santa Bárbara de Heredia-

Por

Kenneth Páez Carrillo

Supervisora institucional:

Karen Bermúdez Fallas

Profesor:

Guillermo Ramírez Calderón

Práctica profesional supervisada como el cumplimiento de los
Requisitos para el bachillerato en
CIENCIAS GEOGRÁFICAS CON ÉNFASIS EN ORDENAMIENTO DEL
TERRITORIO.

Noviembre, 2020
Heredia, Costa Rica

a) Índice

b) Lista de acrónimos.....	3
c) Agradecimientos.....	4
d) Introducción	5
e) Planteamiento del problema.	6
f) Objetivos.....	9
Objetivo General:.....	9
Objetivo Específico:	9
g) Justificación.	10
h) Metodología	12
i) Análisis de resultados.	16
j) Conclusiones.	26
k) Bibliografía	28
l) Anexos.....	30

b) Lista de acrónimos

AP: Área de protección

ASADA: Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales

CGICGT: Comisión de Gestión Integral de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles.

GAM: Gran Área Metropolitana.

CNE: Comisión Nacional de Emergencias

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

IGN: Instituto Geográfico Nacional

SIG: Sistemas de Información Geográficas

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

c) Agradecimientos.

Le agradezco primero a Dios por permitirme ingresar a la Universidad Nacional donde me forme como persona y profesional, a mi familia, principalmente a mi madre Lilliana Carrillo que es pilar en mi vida, a mis amigos que me acompañaron en esta etapa de formación como Ericka Bermúdez, Steve Sánchez y Roy Bonilla; además, Santiago Mejía que fue compañero en campo para la recolección de los datos para la presente investigación, profesores que me dieron herramientas para concluir mi carrera profesional, como Guillermo Calderón que me guió en la etapa importante como lo es la práctica profesional y a Karen Bermúdez que me abrió las puertas de la Municipalidad de Santa Bárbara de Heredia para poder realizar mi aporte al cantón.

d) Introducción

En la presente investigación se va a analizar los factores que alteran los principales cuerpos de agua de Costa Rica, las cuencas hidrográficas han sido afectadas por el deficiente ordenamiento territorial que se ha establecido en las inmediaciones de estas, principalmente en la Gran Área Metropolitana (GAM), pues según el INEC en el censo del 2001 citado por Ureña, et al (2016) en ella se encuentra el 54% de la población nacional, factores que se asocian a las construcciones que se han realizado históricamente aledañas a los ríos que detona gran contaminación sobre el indispensable recurso hídrico.

El análisis se centra en un transepto perteneciente a la microcuenca del Río Ciruelas, en el cantón de Santa Bárbara de Heredia, donde se realiza un análisis en campo para comprender la dinámica que se ha generado en torno a la zona más urbanizada del distrito de Purabá, con base en la metodología empleada por la “Comisión integral de Gestión de la Cuenca Grande de Tárcoles”, en la cual se plantea velar por el cumplimiento del área de protección que estipula la Ley N°7575 en el artículo 33, sobre los 10 metros en espacio urbano y 15 metros en espacio rural; sin embargo en campo se constató que el incumplimiento de esta ley se extiende a lo largo del río, donde se observó viviendas ubicadas en el área de protección de este, algunas de ellas se establecen históricamente hasta el día de hoy, y otras construcciones que se suman producto de las creciente urbanización que data en las últimas tres décadas, donde producto de un inadecuado manejo del territorio se ubican en los márgenes del río, generando así complicaciones en materia de vulnerabilidad al recurso hídrico y necesidad en inversión de recurso económico en atención ante eventuales emergencias de carácter natural que se puedan generar principalmente en época lluviosa.

De esta manera, el objetivo de esa investigación es analizar el transepto desde un enfoque geográfico que permita asociar las variables encontradas en el campo y representarlas especialmente mediante sistemas de información geográfica con motivo de que la Municipalidad de Santa Bárbara cuenta con cartografía e insumos necesarios que le permita evaluar la dinámica que se está presentando en el área de estudio, y generar medidas que atiendan a las necesidades que presenta el Río Ciruelas mediante estrategias de mitigación ante los focos de contaminación que se identificaron en campo.

e) Planteamiento del problema.

El agua es un recurso indispensable para el desarrollo de los seres vivos, y abarca importante porcentaje de la superficie terrestre; sin embargo, el recurso ha presentado un deterioro paulatino producto de actividades antrópicas que generan efectos directos en el agua. Calvo y Mora (2012) mencionan que el concepto propio de “contaminación del agua” obedece al estudio de diferentes factores como los microorganismos (coliformes fecales) generados por un deficiente manejo de aguas negras, productos químicos (pesticidas y jabones) que se asocia al sector industrial y agropecuario, por último, materia orgánica o escombros producto de las viviendas.

La contaminación del agua es un desafío ambiental que está enfrentando Costa Rica, y la problemática se agrava con el pasar de los años. (Ambientico, 2016) “Esta problemática parece estar llegando a un punto crítico tanto por su complicada gestión, limitada inversión en infraestructura, inadecuada legislación, crecimiento urbano desordenado, irregularidad climática, y probablemente por otra serie de razones no menos importantes” (p.2). Por el cual, existe una necesidad alta en elaboración de investigaciones en materia de la protección del recurso hídrico, pues la principal amenaza de los ríos son los humanos. En Costa Rica, las últimas cinco décadas ha presentado una transformación negativa, pues la riqueza de recurso hídrico que caracterizaba los cuerpos de agua ha pasado a ser vulnerable y presentar escases del recurso, Segura (2002).

Asociado a lo anterior, la contaminación de los ríos de Costa Rica se debe analizar desde una escala de las cuencas hidrográficas, pues según Preul (s.f) menciona que el concepto de contaminación del agua se analiza desde lo cualitativo, pues las cuencas hidrográficas son las que muestran los principales factores de impureza o suciedad sobre sus aguas. El Río Ciruelas se encuentra en la subcuenca del Virilla, la cual pertenece a la cuenca del Tárcoles, cuenca que es catalogada como la más contaminada de Costa Rica y que según Espinoza y Villalta (2004) se encuentra entre las más afectas a nivel centroamericano, debido a que contiene el 67% de la carga orgánica del país, propiciando una elevada contaminación y destrucción de seres vivos que se desarrollan en estas aguas.

En consonancia con lo anterior, según Gastezzi, et al (2016) la cuenca Grande de Tárcoles posee el 60% de la población nacional y el 80% del sector de industrias, factores que aluden a la alta contaminación que posee, sin embargo, (Calvo y Mora, 2007) realizan un hincapié en la subcuenca del Virilla, pues esta alberga 3500 industrias de las cuales solo el 5% posee planta de tratamiento, por el cual 250,000m³ de agua sin tratar se vierten en el río. El alto nivel de contaminación presente en la Cuenca Grande de Tárcoles es producto de la pésima gestión que se aplica en las cuencas hidrográficas. (Calvo y Mora, 2007) De la totalidad de la población solo el 34% posee acceso a alcantarillado simple, el 97% de la población rural tiene acceso a un tanque séptico y el 96% de las aguas residuales del país no reciben tratamiento antes de ser vertidas al río (p.4). Este fenómeno se da principalmente en la GAM.

Esta presencia de contaminación superficial repercute de forma directa a nivel subterráneo, alterando los acuíferos más importantes que abastecen la GAM, según Chavarría et al (2011) el acuífero Barva se localiza en las provincias que conforman la GAM y posee puntos de recarga en las partes altas de la cuenca del Virilla, donde el área de protección se delimita sobre cantones como Santa Bárbara de Heredia. Por lo cual, producto de su formación geológica posee una capa permeable; además, de ser un acuífero superficial, el cual es más propenso a un riesgo a la contaminación, Ureña, et al (2006).

Ahora bien, el tema de aumento urbanístico es el que posee mayor relevancia, pues según Gastezzi et al (2017) el aumento de los asentamientos urbanos es uno de los principales factores que propician destrucción de ríos, debido a la presión que demanda del recurso, alteración del ciclo hidrológico y anegación de la superficie, esta problemática no es ajena a la micro cuenca del río Ciruelas, pues en investigaciones realizadas para determinar el comportamiento de su población, se determinó que existen fluctuaciones con el transcurso de los años. Ureña (2006) menciona que el periodo de 1983 al 2003 ya se presentaban disminuciones en las áreas destinadas a pastos y bosques, por lo contrario, un aumento significativo en los asentamientos urbanos.

Dados patrones de contaminación se representan en el espacio del Río Ciruelas, donde se ha presentado transformaciones en las últimas décadas. Según (Ureña et al., 2003) estas modificaciones son principalmente por los asentamientos urbanos situados a los márgenes

del cuerpo de agua, pues están vertiendo sus aguas de forma directa al río, también debido al aumento progresivo de la población se están desplazando las tierras de uso agrícola, en la cual destaca la producción de café como unos de los principales cultivos que se desarrolla en las inmediaciones del río, las cuales generan efectos de permeabilidad de los suelos.

Asociado a la problemática puntual del área de estudio, la Municipalidad de Santa Bárbara no posee estudios previos en el Río Ciruelas, por el cual no se cuenta con base de datos que funciones de análisis comparativo para comprender la fluctuación del comportamiento desde la perspectiva municipal.

f) Objetivos.**Objetivo General:**

- Analizar el área de protección del sector suroeste del Río Ciruelas, mediante Sistema de Información Geográfica, para determinar las zonas de invasión, contaminación y principales amenazas que se presentan.

Objetivo Específico:

- Determinar los sitios de contaminación y amenazas que se presentan en el río, mediante los insumos recolectados en el trabajo de campo, para comprender los posibles factores que estén alterando el transepto.
- Representar espacialmente mediante cartografía los posibles sitios de invasión al área de protección del Río Ciruelas, para visualizar el resguardo que este posee.

g) Justificación.

Los ríos son indispensables tanto para los ecosistemas, como necesidades de los seres humanos, según Gastezzi (2016) estos son los artífices de generar ambientes recreativos para la sociedad, brindan espacios naturales en las cuales se generan biodiversidad y paisajes, generan beneficios directos a la población como control de cambio climático y protección de amenazas naturales como las inundaciones. Costa Rica se caracteriza por su amplia red hídrica, la cual genera una distribución de agua potable a un importante porcentaje de la población. UNESCO (2007) citado en Valverde (2013) menciona que Costa Rica ha logrado disminuir la brecha de acceso al agua entre poblaciones urbanas y rurales, pues se cuenta con 99% y 92% respectivamente.

Asociado a lo anterior, al poseer amplia cobertura hídrica, la demanda aumenta por usos demediados que se han generado del recurso, siendo esto un factor de amenaza en las últimas décadas. Valverde (2013) indica que los consumos a nivel nacional rondan con un 60% destinada al consumo humano y 36% se utiliza en el sector de industria; sin embargo, cabe destacar que la fuente principal son los acuíferos, y el aumento de la demanda actual ya no es posible cuantificar.

Por lo cual, la necesidad amplia de proyectos dirigidos a analizar los niveles de contaminación que posee los ríos, así como las causas directas y protección que se les está brindando adquieren relevancia, pues producto de deficientes ordenamientos del territorio están comprometiendo la potabilidad del recurso hídrico tanto a la sociedad actual como a las futuras, por ende, como medida para una mejor gestión de la cuenca Grande de Tárcoles la “Sub comisión de Heredia” junto “Comisión integral de la Cuenca Grande de Tárcoles” crean una metodología que se aplique en todas las municipalidades que posean ríos pertenecientes de la cuenca, con esto, el municipio es el responsable de levantar los insumos pertinentes a los cuerpos de agua y realizar el análisis respectivo.

Asimismo, la Municipalidad de Santa Bárbara no cuenta con investigaciones previas en el Río Ciruelas, por lo cual esta investigación adquiere relevancia en el manejo del río, pues a partir del área de estudio seleccionado en San Bosco, se pretende identificar los focos de contaminación, zonas de invasión del área de protección del río y la ubicación de las zonas

con mayores cualidades para practicar la reforestación, por consiguiente, se elaborará un producto que consta de un análisis espacial, con cartografía basada con los insumos recolectados en el campo, donde representa de forma espacial la zona de estudio, con los desfuegos y contaminaciones directas, de esta manera, el análisis dará a conocer los detonantes que están propiciando el deterioro ambiental del cuerpo de agua.

h) Metodología

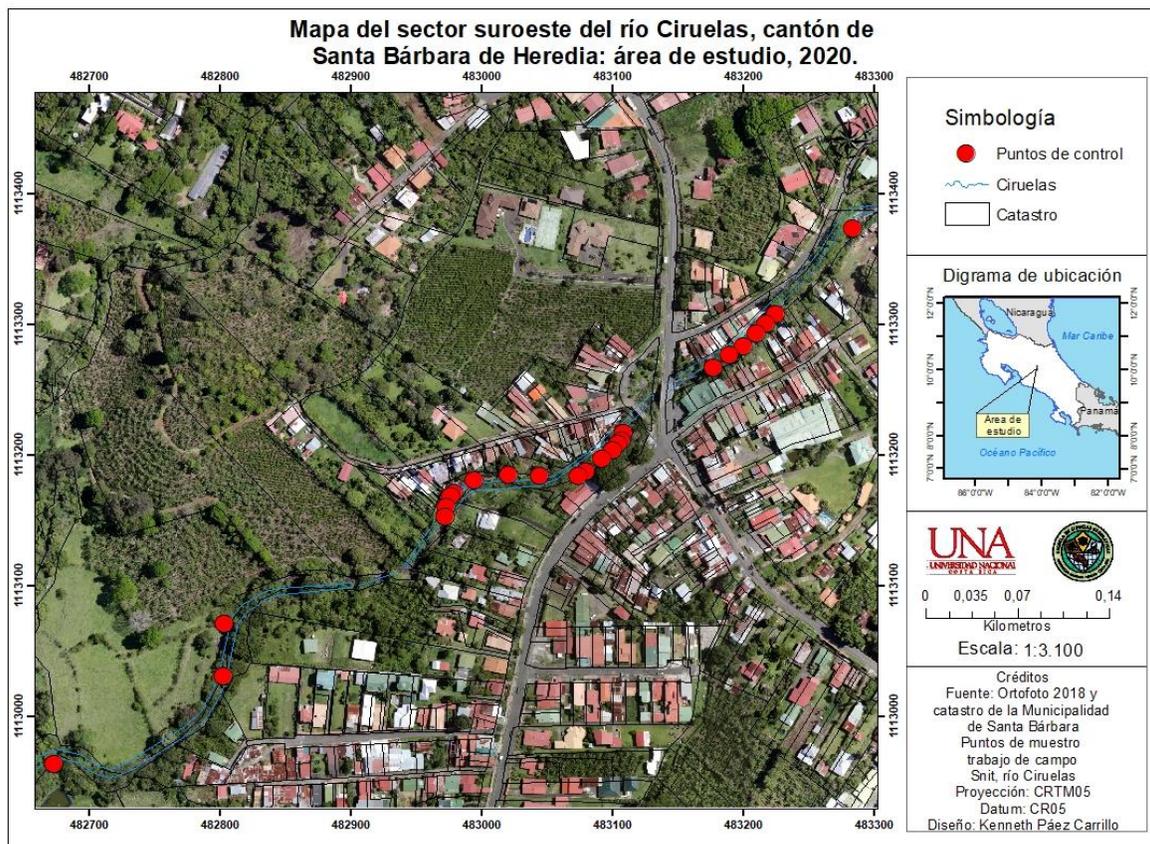
h.1 Enfoque metodológico

La investigación parte desde un enfoque cualitativo que permite establecer las características físicas que se presentan en el sector suroeste del Río Ciruelas. El estudio de las variables ambientales que determinan aspectos como la protección, invasión y contaminación del del río lo establece la Sub comisión de Heredia, la cual se pretende que las municipalidades generen insumos que permitan un análisis del comportamiento de los ríos que componen a la cuenca.

h.2 Área de estudio.

Figura N°1.

Mapa del sector suroeste del Río Ciruelas, cantón de Santa Bárbara de Heredia: puntos de control, 2020.



h.2.1 Caracterización de la zona de estudio.

Descripción biofísica

El Río Ciruelas se extiende en las provincias de Heredia y Alajuela, sin embargo, el transepto seleccionado pertenece a Santa Bárbara de Heredia, espacio geográfico geológicamente influenciado por el volcán Barva. (Hernández, Rodríguez y Villalobos, 1997) “El volcán Barva posee una elevación de 2800 m.s.n.m, al norte de la ciudad de Heredia, sigue la orientación noroeste-suroeste y vierte sus aguas en el cauce del río Virilla a una elevación de 460 m.s.n.m, recorriendo aproximadamente 40,5 kilómetros” (p.27). Además, según Hernández, et, al (1997) El volcán Barva junto al Poás son los conos volcánicos que han aportado el material como tobas, piroclastos y lavas a espacios como Santa Bárbara, por el cual el suelo es de origen volcánico.

Santa Bárbara es un cantón que se ha caracterizado por dedicarse al sector agrícola, pues en décadas anteriores eran mayores sus extensiones de cultivos y pastos, esto según Hernández, et al (1997) de debe a que los suelos son constituidos por cenizas volcánicas, con abundante material orgánico y bien drenados, junto al aspecto de la alta retención de humedad que poseen.

Los bosques, pastos y cultivos característicos de la zona también se asocian al clima que impera en la zona, debido a que posee estaciones secas y lluviosas bien definidas. Hernández et al (1997) afirma que:

La época húmeda se presenta una precipitación promedio anual en el ámbito de 1.800 a 2.800mm, distribuida a lo largo de siete meses (mayo a noviembre) con valores máximos en los meses de junio, julio, agosto, setiembre y octubre. Hay una brecha o disminución relativa de la precipitación conocida como “veranillo”, que se da generalmente en los meses de julio agosto (Instituto Geográfico Nacional, 1981). (p.29)

Descripción socioeconómica.

El cantón de Santa Bárbara se ha caracterizado por sus paisajes rurales, posee grandes extensiones de tierra dedicadas al uso agropecuario, y dentro de los cultivos permanentes que se producen destacan el café, producto que se extiende hasta San Bosco, espacio donde se ubica el transepto en análisis, sin embargo, esta zona posee un acceso más limitado a los servicios, de los existentes destaca: Equipos Básicos de Atención Integral en Salud (EBAIS), Las Asociaciones administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales en Costa Rica (ASADA) y pequeños servicios de abastecimiento de alimentos, salones de belleza, iglesia y plaza de deportes.

A nivel demográfico y asociado a la problemática de la investigación cabe destacar el aumento que ha presentado los asentamientos urbanos a escala de microcuenca de Ciruelas. (Ureña, 2006) “Los asentamientos urbanos ha tenido un cambio drástico en la microcuenca, ya que es la categoría que más ha aumentado (...) 14,6% en 1989, 17,2% en 1998 y 20,8% en 2003” (p.66). Lo anterior evidencia el aumento paulatino que ha presentado la población a lo largo de la microcuenca y los factores indirectos que esto propicia, como el aumento en la necesidad del abasteciendo del recurso hídrico que se debe generar a las nuevas edificaciones.

h2.2 Procedimiento, instrumentos y herramientas.

En primera instancia, se realizó una pre evaluación de las zonas del Río Ciruelas para establecer el área de estudio de la investigación. Este río atraviesa el cantón de Santa Bárbara en áreas en su mayor parte rurales, se optó por la selección del núcleo urbano del pueblo de San Bosco, pues en el análisis de las ortofotos del año 2018 suministradas por la Municipalidad de Santa Bárbara se mostraba posibles invasiones en diversos tramos del cauce.

Por tanto, se realizó una exhaustiva búsqueda bibliográfica de fuentes primarias y secundarias para comprender el espacio geográfico de la investigación, analizar las fluctuaciones que ha sufrido a través del tiempo en el uso del suelo, las actividades económicas, y estudios específicos que se hayan generado de la microcuenca del río Ciruelas.

Como se observa en la figura 1, se seleccionó un transepto del Río Ciruelas, de aproximadamente 895m, con el criterio de obtener gran porcentaje de área construida que

atraviesa el cuerpo de agua. En este caso, el pueblo de San Bosco posee el núcleo urbano en las inmediaciones del río, por el cual se estableció puntos de muestreo cada 50 metros para abarcar la totalidad del transepto, sin embargo, en los sectores que se presentaba una mayor aglomeración de viviendas en los márgenes del río, se optó realizar puntos consecutivos en ambos márgenes, con el fin de obtener información más significativa para el análisis del área de estudio, y conocer de forma más detallada los factores de contaminación que se presentan el río.

Se utilizaron diversas herramientas para obtener datos durante el trabajo de campo, primeramente, se abordaron los sitios de muestro con un GPS modelo Garmin 78s, el cual se utilizó para la obtención de puntos dentro del cauce, en este caso, se asociaba las coordenadas al margen y finca que se haya elegido bajo los puntos de control.

Con la ficha de levantamiento (ver anexo 1) se caracterizaron variables espaciales como: si el espacio es urbano o rural, que tipo de invasión presenta la zona, tipo de desfuegos, y el análisis de posibles sitios de reforestación, asociado a lo anterior, la ficha para recolectar información de campo se digitalizó en la herramienta de *Kobotoolbox*, herramienta digital utilizada para hacer el levantamiento de información necesaria en la zona de estudio y de una formar más eficiente, pues esta herramienta permitió tabular la información generada en el campo, así como sistematización para generar gráficos de interés con el fin de representar datos obtenidos en el campo.

De esta forma, los insumos obtenidos se agregaban a la base de datos con el fin de realizar cartografía que permita representar lo observado en el trabajo de campo, para ello se utilizó el software Arcmap 10.7, en el cual se procesó las ortofotos del año 2018, facilitadas por la Municipalidad de Santa Bárbara, , asimismo, la clasificación de zona urbana se llevó acabo según lo estipulado por “Metodología para la delimitación digital de las áreas que protección de ríos, quebradas y arroyos” del INVU, donde a grosso modo mencionada que si infraestructuras como escuelas, iglesias y plazas que se encuentran dentro de un radio de 1000 metros de la AP, se considera como espacio urbano, asociado que el porcentaje de la pendiente en los puntos de muestra no supero 12%, por lo cual, se aplica la protección de 10 metros a la AP del río para las zonas urbanas que se representa mediante un *buffer*.

Una vez establecido la zona, se realiza visualización de información junto con capas de ríos obtenida de IGN y elaboración de puntos en formato *shapefile* para representar las variables observadas en el campo, con base en lo anterior, se generó un análisis de los factores que están alterando el cuerpo de agua.

En última instancia, para enriquecer el análisis de los datos obtenidos, se lleva a cabo una entrevista de actor clave (ver anexo n°2), pues la investigación deseaba cubrir aspectos de carácter sociales, conocer la perspectiva de los habitantes del área de estudio, por el cual se entrevistó a la ASADA de Calle Lajas, ente que administra el acueducto donde se ubica el área del transepto, él encargado de reparaciones brindó información histórica del pueblo y el comportamiento que ha presentado el río en las últimas décadas, así como datos que acontecen en la actualidad y proyectos que esperan realizar a futuro para una mejor gestión del recurso hídrico que está bajo su cuidado, no obstante, una limitación producto de la coyuntura que se presenta por el SARS-CoV-2, no se pudo conocer la perspectiva de los habitantes que se sitúan aledaños al río.

i) Análisis de resultados.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos en la Práctica Profesional Supervisada por medio del trabajo de campo en el transepto de río Ciruelas y su posterior análisis.

i.1 Caracterización de la invasión del transepto en el río Ciruelas.

Santa Bárbara es un cantón que se encuentra en una transformación hacia el uso urbano, modificando los espacios rurales. A nivel de límite político administrativo el distrito de Purabá en donde se ubica el área de estudio no es la excepción en el cambio de uso de la tierra. Según los censos del INEC, para el censo del año 2000 no se registraba una población urbana, mientras que la rural era de 2764; no obstante, para el censo del 2011 la población urbana era de 4573, mientras que la rural es de 711, el aumento de la población y la transformación de espacio es evidente. Cabe destacar que el INEC (2018) categoriza urbano como “elementos tangibles tales como cuadrantes claramente definidos, calles, aceras, servicios urbanos (recolección de basura, alumbrado público) y actividades económicas como: industria, grandes comercios y servicios diversos” (p.9). De igual manera el INEC categoriza áreas rurales como: “predominio de actividades agropecuaria, pecuarias, silvícola

y turísticas; dentro de esas zonas se pueden encontrar conglomerados de viviendas y viviendas dispersas; así como centros poblados, con disposición de servicios de infraestructura como electricidad, agua potable y teléfono; cuentan con servicios como escuela, iglesia, parque o plaza de esparcimiento, centro de salud, guardia rural, etc” (p.9).

El área de estudio con un transepto de 895 metros dentro del Río Ciruelas pertenece al cantón de Santa Bárbara, puntualmente al distrito de Purubá, el cual atraviesa el sector más urbanizado del poblado de San Bosco, lo cual podría generar una mayor vulnerabilidad para el río, situación que se mostrará en los siguientes resultados.

Tabla n°1

Infraestructura ubicada en los márgenes el río.

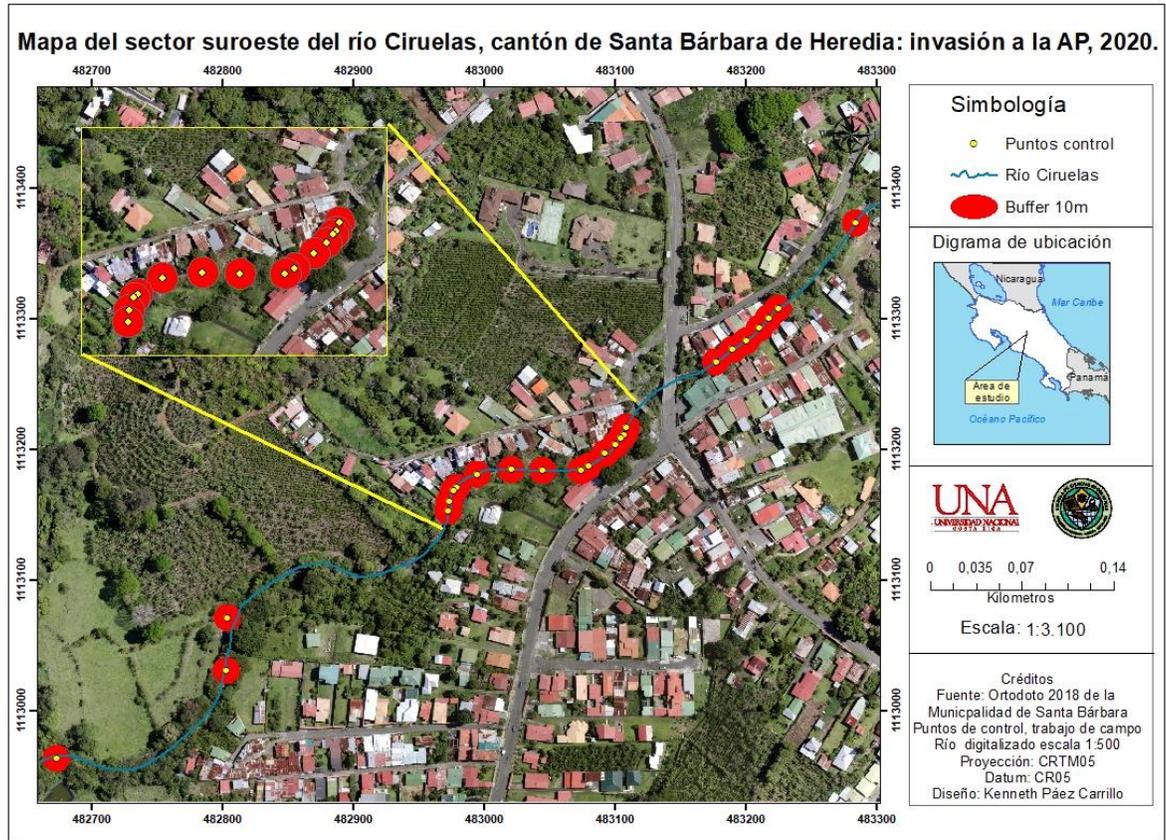
Infraestructura	Cantidad
Vivienda	21
Comercio	1
Servicio de salud	1
ASADA	1
Fincas agropecuarias	3
Total	27

Fuente: Elaboración propia con datos de trabajo de campo.

Como se muestra en la tabla n°1, (datos recopilados según los puntos de control) el tipo de infraestructura que predomina en los márgenes del río son las viviendas, muchas de ellas se encuentran en condiciones de riesgo ante eventuales fenómenos naturales como crecidas de ríos y deslizamientos (ver anexo 4), las cuales son foco de atención para futuros planes de acción. Además, dentro de las fincas agropecuarias en márgenes del río destaca los cultivos como lo es café y ganadería; por su parte, el comercio ejerce poca influencia en el área de protección, junto a entes públicos como EBAIS y ASADA que se encuentran en zona vulnerables.

Figura n°2

Mapa del sector suroeste del Río Ciruelas, cantón de Santa Bárbara de Heredia. Invasión a la AP, 2020.



En la figura n°2, se muestra espacialmente lo mencionado en la tabla n°1, se observa en el sector noreste del transecto la aglomeración de viviendas situadas a ambos márgenes del río, estos invaden los 10 metros de área de protección en espacios urbanos establecidos por la Ley Forestal N° 7575, información constatada en campo, situación que no solo afecta de forma directa al río por una eventual contaminación, sino también a las personas que habitan en las viviendas, pues como menciona (Ríos, comunicación personal, 27 de agosto del 2020) la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) en años anteriores ha realizado desalojos de viviendas como medida de prevención ante posible riesgo de inundación producto de una crecida del río, por lo cual ya existen precedentes de posibles riesgos.

Asociado a lo anterior, el sector suroeste del transepto presenta la misma dinámica, pues la ASADA (fundada en el 2001) y el centro de salud del distrito se encuentra invadiendo el área de protección del río, lo cual evidencia la necesidad de un análisis de ordenamiento territorial en el área, aunado a lo anterior, según (Ríos, comunicación personal, 27 de agosto del 2020) menciona que en anteriores gestiones de la “Asociación de Desarrollo” ejecutaron la acción de dragar el río, esto como medida de mitigación del riesgo que padecían producto de las crecidas y la estructura del mismo, pues al ser angosto provocaba desbordamientos con mayor facilidad, por el cual, todos los escombros generados por la obra se utilizaron de material para la creación de muros de contención en las viviendas aledañas al río, como se observa en la figura n°3. De la misma forma, calle Paniagua observada en el sector suroeste, contiguo al puente (ver figura 2), se ha desarrollado históricamente aledaño al río, por lo cual, no se puede ejecutar la ley a cabalidad.

Figura n°3

Sector suoreste del Río Ciruelas: Vivienda localizada al margen del río, 2020



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la invasión que se presenta a el área de protección se evidencia en la carencia de accesos públicos que se posee al cuerpo de agua, según los datos obtenidos en el campo, solo 4 puntos de los 27 analizados poseen acceso público, lo cual evidencia la privatización existente en los márgenes del cuerpo de agua.

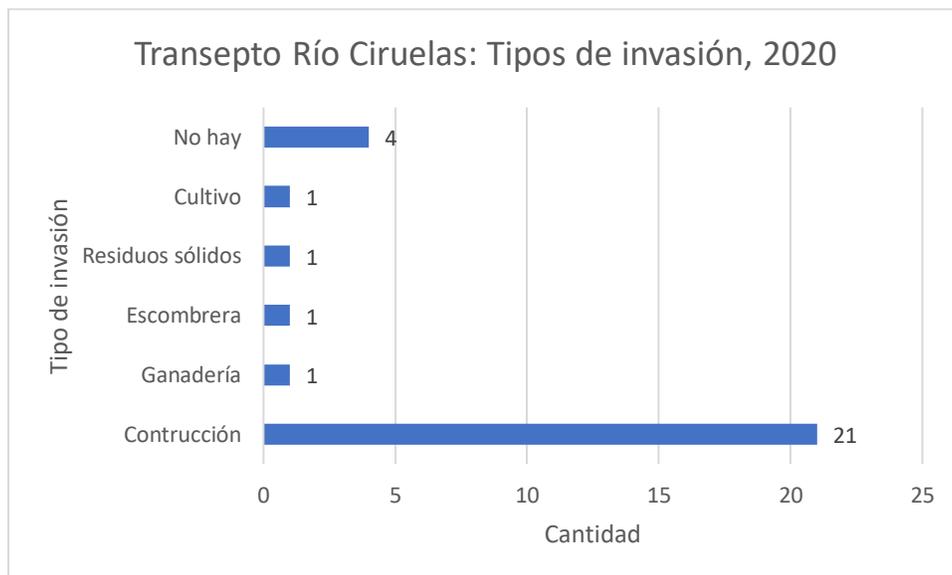
Asimismo, el último tramo del sector suroeste de transepto se caracteriza por un uso de la tierra destinada al cultivo de café y pastos, donde la invasión es casi nula e impera la vegetación aledaña al río.

i1.1 Caracterización de los tipos de invasión.

En los puntos de muestreo se identificaron diversos tipos de invasión en el área de protección de río, de los cuales predomina la construcción de viviendas.

Figura n°4

Transecto del Río Ciruelas: Tipos de invasión, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos en el campo.

Como se muestra en la figura n°4, las construcciones se extienden a lo largo del cauce, las viviendas se han desarrollado de forma inadecuada al margen del río (ver figura 5), cabe destacar que gran parte de las viviendas seleccionadas como punto de muestro contaba con un muro de contención, principalmente en el sector noreste del tramo, mientras que en el sector suroeste la vegetación aledaña al cauce funciona como protección en algunos hogares.

Figura n°5

Sector noreste del Río Ciruelas: construcción, 2020



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, los residuos sólidos se observaban a lo largo del cauce, sin embargo, muchos de ellos se encontraban como consecuencia de las viviendas, se observó espacios donde se aglomeran grandes cantidades, específicamente en el sector noreste del transepto, donde se evidencia los vertidos que realizan algunos vecinos al margen del cauce (ver figura n°6), acciones que deterioran el paisaje y ecosistema del río.

Figura n°6

Presencia de residuos sólidos, 2020



Fuente: Elaboración propia.

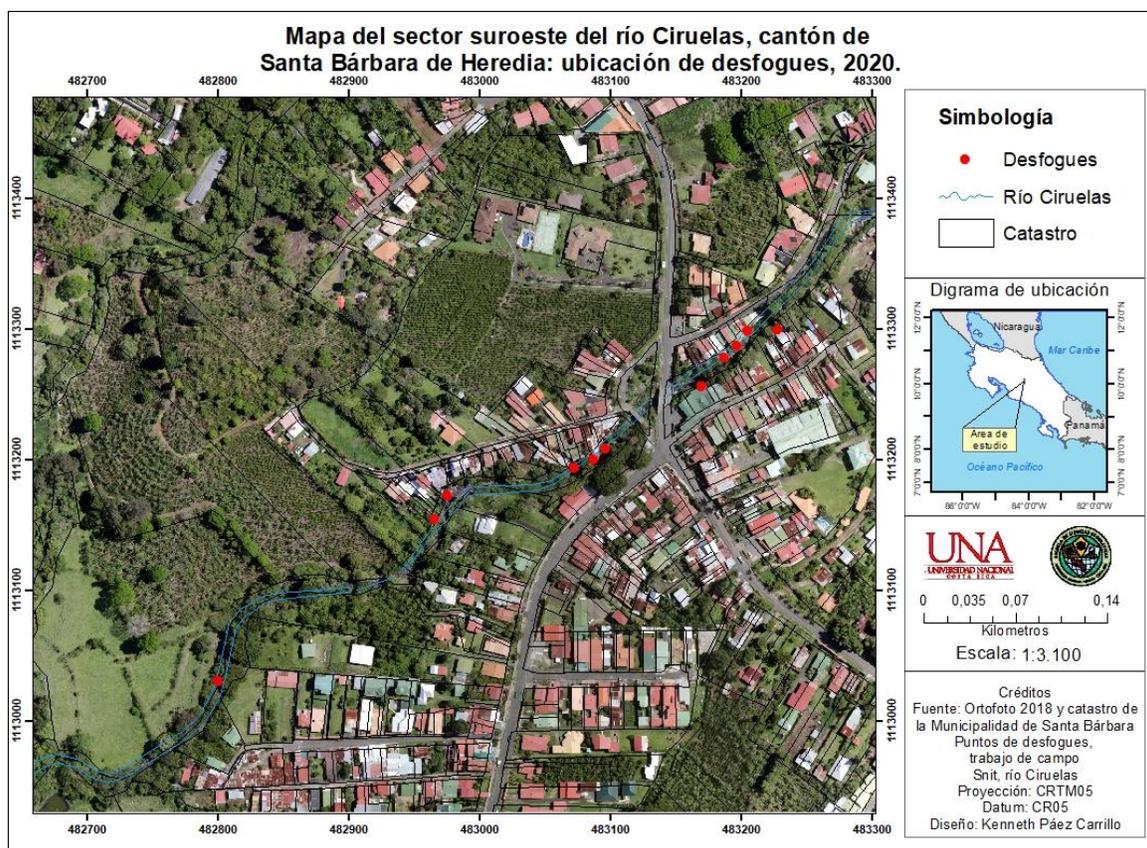
En última instancia, en el sector sureste del transepto se encuentran escombros en el cauce, materiales de construcción como: láminas de zinc, varillas y demás objetos de forma dispersa, mientras que los cultivos de café y pasto poseen grandes extensiones de terreno al margen del río.

i.2 Ubicación de los desfogues presentes en el cauce del río Ciruelas.

A continuación, se representa espacialmente las viviendas y comercios que desfogan al río.

Figura n°7

Mapa del sector suroeste del Río Ciruelas, cantón de Santa Bárbara de Heredia: ubicación de desfogues, 2020.



Los asentamientos urbanos situados de forma lineal en los márgenes del río repercuten en la cantidad de desfogues (ver figura n°7) que se identificaron en el campo, pues

son once los desfogues encontrados que vierten aguas grises al río (propiedades debidamente identificadas e información a detalle en la base de datos), cabe destacar que en algunos casos la densa vegetación ubicada en las inmediaciones de las viviendas dificulta detectar estos efluentes.

Asimismo, los puntos seleccionados presentaban uno o hasta tres desfogues directos al río, como es el caso del tramo noreste de transepto, pues tanto el Lubricentro como viviendas evidencian efluentes de distintas dimensiones en la tubería que transporta los líquidos.

Figura n°8

Río Ciruelas, desfogues, 2020



Figura n°9

Río Ciruelas, desfogues, 2020



Como se observa en las figuras 8 y 9, los desfogues se extienden a lo largo de cauce, la principal presencia de estos es en la aglomeración de viviendas, por otra parte, si bien hubo hogares en los que no se detectaron desfogues, pero se realizaban actividades del hogar como “lavar ropa” al margen del río, por el cual se estima que pueden verter sus aguas jabonosas al cuerpo de agua (ver anexo 5).

Por otra parte, se áreas aptas para reforestar (ver anexo 3), sin embargo, se evidencia que el transepto se encuentra muy alterado por acciones antrópicas como las construcciones y residuos sólidos dispersos a lo largo del río, por esta razón, los sitios para reforestación son escasos, la actividad de reforestar debe ejecutarse al margen del río, las cuales serían principalmente medidas de protección de este, pues como se evidencia en el punto localizado

en el sector noreste, el cuerpo de agua se encuentra aledaño a una granja y cercano a las vías públicas, mientras en el tramos suroeste, presenta pequeños parches de charrales, estos se pueden reforestar como medida de amortiguamiento ante una eventual expansión de las construcciones al margen del río.

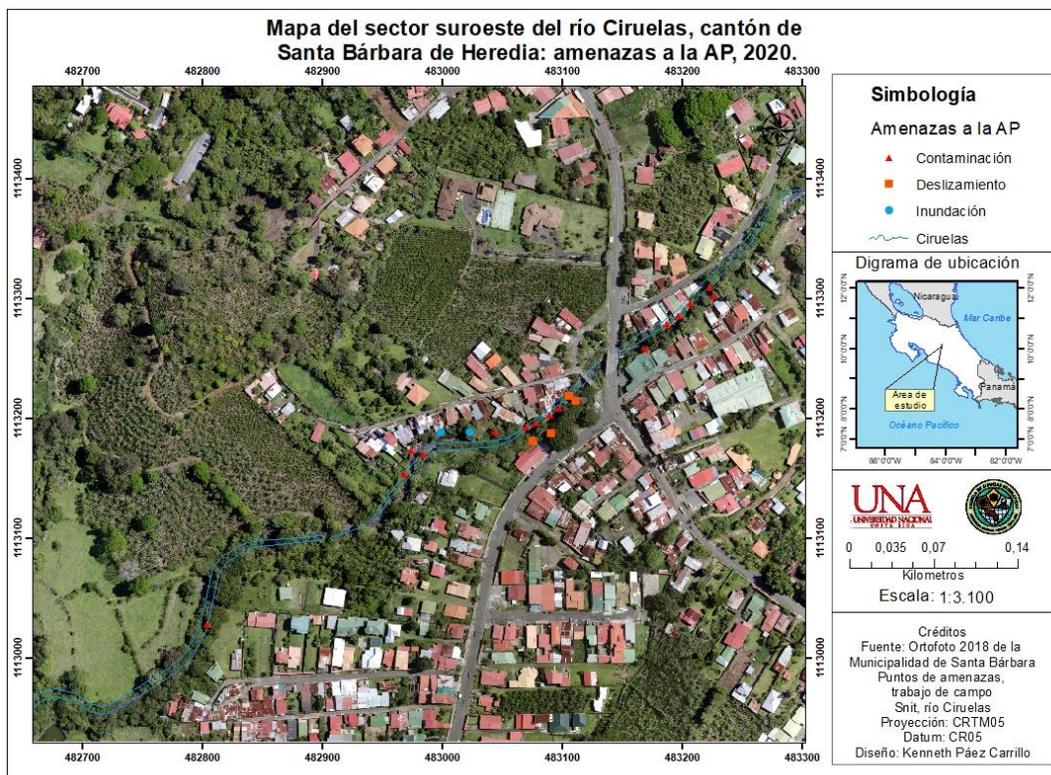
En última instancia, se encuentran grandes extensiones de cultivo de café y pastos, el uso del suelo presente en la zona ya este dado, sin embargo, se puede cubrir la zona con una reforestación a lo largo del cauce

i.3 Caracterización de las amenazas.

Mediante el trabajo de campo se identificaron amenazas como: contaminación, inundación y deslizamiento, las cuales se representarán espacialmente en el siguiente mapa.

Figura n°10

Mapa del sector suroeste del Río Ciruelas, cantón de Santa Bárbara de Heredia: invasión a la AP, 2020.



El área de estudio (San Bosco, Calle Lajas) es el sector más urbanizado paralelo al río del pueblo de San Bosco, como se muestra en la figura n°10. Hay dos aglomeraciones significativas de viviendas que se seleccionaron como puntos de muestro, la variable de contaminación en ellas fue la amenaza que en mayor cantidad se presentó, pues en campo se constató que las casas poseían desfuegos de aguas grises directos al río, problemática que juntos a cantidades significativas de residuos sólidos y malos olores a lo largo del cauce, genera preocupación ante el deterioro que presenta el río.

Por otra parte, la contaminación no solo es directa al río, sino que el recurso hídrico subterráneo también se encuentra vulnerable, pues Santa Bárbara no está exenta a la problemática que rige en la GAM, pues como menciona (Ríos, comunicación personal, 27 de agosto del 2020) el distrito de Purabá no cuenta con alcantarillado, y si bien es una obra costosa, debe estar en las medidas de acción municipal para poder preservar el recurso futuro.

Por otra parte, la amenaza de deslizamiento es un punto crítico en el sector suroeste del transepto, como se muestra en los puntos seleccionados destaca el parque recreativo que posee el distrito, este se ubica contiguo al puente como se mostró en la figura 7, y por lo tanto, un aspecto a considerar es que los datos se obtuvieron en época lluviosa, por lo cual al caminar sobre el terreno se percibe gran inestabilidad, esta área es parte del dragado anteriormente mencionado, la cual puede ser indicios de una causa a tal fenómeno.

Figura N°11

Río Ciruelas: amenaza de deslizamiento, 2020



Fuente: Elaboración propia

Esta amenaza afecta principalmente al parque, pues cuenta con espacios para que los habitantes pueden ocupar para recreación; además, como se observa en la figura 11, la infraestructura de la ASADA se encuentra en alto riesgo, pues está al borde del río sobre un suelo que en campo se hundía con facilidad, asociado a esto, colindante a la ASADA se localiza las oficinas de la Asociación de Desarrollo y el EBAIS del distrito, por lo cual es un área que necesita implementación de medidas de mitigación al de riesgo por parte de la municipalidad.

Como última amenaza detectada son las posibles zonas de inundación, esta amenaza como se observa en la figura 10 puede estar presente a lo largo del transepto, las viviendas se han localizado de forma inadecuada sobre el cauce, como ya lo ha mencionado el personal de la ASADA. La CNE ha realizado sus intervenciones como medidas preventivas; sin embargo, algunas viviendas poseen más recursos de protección que otras, pues en el sector noreste se observó que la mayoría de ellas poseen muros de contención; sin embargo, en el sector sureste, algunas se localizan sobre el borde del río, sin protección alguna, y junto a ello se le asocia la morfología del río, en el cual cercano a las viviendas tiende a ser más angosto ,por lo cual, la fuerza de su caudal aumenta considerablemente, siendo factores de riesgo que aumentan en una eventual crecida o bien época lluviosa.

j) Conclusiones.

El análisis de los datos adquiere relevancias desde un enfoque geográfico, se logró conocer la perspectiva de los actores locales y la dinámica que ha presentado el pueblo de San Bosco junto a las problemáticas que acontecen en las inmediaciones del Río Ciruelas, dentro de la cual destaca una deficiente planificación en el control de la urbanización generada en los márgenes del río Ciruelas, donde las construcciones se han efectuado de forma lineal con viviendas que cuentan con uno o más desfuegos de diferentes dimensiones en la tubería, vertiendo sus aguas de forma directa al río, asociado a esto, la invasión de estos a la AP genera múltiples preocupaciones, pues no solo son los desfuegos de las viviendas y residuos que algunos vecinos colocan sobre el río, sino también las complicaciones antes eventuales desastre naturales como inundaciones que pueda generar, pues en muchos tramos

del río las viviendas se sitúan a nivel del cuerpo de agua, donde la estructura de este es angosto y ante eventuales crecidas compromete las vidas humanas e infraestructuras.

Las amenazas detectadas en el trabajo de campo evidencian que los puntos críticos se localizan en sitios de alto riesgo, pues estructuras como la ASADA y el parque recreativo se encuentran en un suelo inestable, principalmente en época lluviosa se agrava el factor de riesgo, pues crecidas del río más la saturación del suelo puede generar una eventual emergencia.

El espacio de la AP ha presentado severas modificaciones por causas antrópicas, por lo cual, pocos son los sitios aptos para una reforestación importante, sin embargo, sitios donde el uso del suelo es de pastos y cultivos presentan espacios idóneos para cubrir los metros de protección que estipula la ley.

En última instancia, la base de datos generada en campo no se pueda constatar quien es el responsable de los efluentes en el río, pues las divisiones de las fincas no concuerdan con lo observado en la ortofoto, además, la información de los propietarios no concuerda el catastro con lo que brinda el Registro Nacional.

j.1 Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones se le sugiere a la Municipalidad de Santa Bárbara que cuenten con instrumentos que les permita tomar información precisa en trabajos de campo, esto con el fin de que puedan localizar las problemáticas que evidencia el cantón, asociado a eso, una rectificación del catastro municipal, pues se encuentra desfazado, y al momento de identificar las fincas se torna complicado su manejo.

El plan regulador del cantón se encuentra en proceso de aprobación, se les recomienda realizar o actualizar en caso de que se tengan un estudio de uso del suelo, con el fin de que puedan corroborar la transformación que ha presentado estos espacios, además de elaborar estudios químicos a los cuerpos de agua, esto como forma de generar un análisis más conciso de la condición que se encuentran los ríos del cantón.

En última instancia, elaborar estrategias de mitigación de los riegos en conjunto con la comunidad, pues son muchas las viviendas que se encuentran en el AP, por ende, conocen el comportamiento que ha presentado el río a través del tiempo.

k) Bibliografía

- Brenes, G. C., & Molina, J. M. (2012). Contaminación fecal en varios ríos de la Gran Área Metropolitana y la Península de Osa. *Tecnología en Marcha*, 25(4), 33-39.
- Calvo-Brenes, G., & Mora-Molina, J. (2007). Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón Parte III: Calidad de cuerpos receptores de agua, según el Sistema Holandés de Valoración. *Revista Tecnología en Marcha*, 20(4).
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2000). Población total por zona y sexo, según provincia, cantón y distrito. Recuperado de: <https://www.inec.cr/documento/censo-2000-poblacion-total-por-zona-y-sexo-segun-provincia-canton-y-distrito>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). Población total por zona y sexo, según provincia, cantón y distrito. Recuperado de: <https://www.inec.cr/documento/censo-2011-poblacion-total-por-zona-y-sexo-segun-provincia-canton-y-distrito>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2018). Clasificación de distritos según su grado de urbanización. Recuperado de: <https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/imgmetodologia-indiceurbru.pdf>
- Gastezzi-Arias, P., Alvarado-García, V., & Pérez-Gómez, G. (2017). La importancia de los ríos como corredores interurbanos. *Biocenosis*, 31(1-2).
- Hernández, E., Rodríguez, S., & Villalobos, F. (1997). ESTUDIO GEOGRÁFICO DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DEL RÍO CIRUELAS, HEREDIA-ALAJUELA, COSTA RICA. *Revista Geográfica de América Central*, 1(34), 25-40.
- Instituto Nacional de Vivienda y urbanismo. (2019). Metodología para la delimitación digital de las áreas que protección de ríos, quebradas y arroyos. Recuperado de: https://www.invu.go.cr/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=264196&_101_type=document
- Jiménez, S. (2015). Determinación del uso actual del suelo en la Microcuenca del Río Ciruelas, Alajuela-Heredia, Costa Rica.
- Peinador, G. Chavarría, F., de la Cruz Godoy, J. Gelabert, C. Cascante, D. Palacios, W & Tellez, T. (2011). Impacto antrópico en el Manto Acuífero Barva (Heredia, Costa Rica) con énfasis en el uso del suelo (1992-2006). *UNED Research Journal*, 3(1), 71-80.

Preul, H. (2001). Control de contaminación del agua. *Control de la contaminación ambiental*, 55-26.

Ríos, S. (28 agosto, 2020). Comunicación personal.

Segura, O. (2002). Agenda ambiental del agua en Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 1(40), 39-49.

Ureña, N., Jiménez Otárola, F., Reynolds, J., Jones, J., & Prins, C. (2006). Efectos del aumento poblacional y del cambio de uso del suelo en los recursos hídricos en la microcuenca del río Ciruelas, Costa Rica.

Valverde, R. (2013). Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 45(1), 5-12.

I) Anexos

Anexo N°1. Ficha de campo.



Ficha de campo

N° _____ Formulario: _____

CARACTERIZACIÓN ÁREAS DE PROTECCIÓN CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES DE DOMINIO PÚBLICO

1. DATOS GENERALES

1.1. Fecha: _____

1.2. _____ Persona (as) que recolecta la información: _____ 1.3.

Institución/Empresa: _____

1.4. Río () Quebrada () Nombre del cuerpo de agua: _____ 1.5. Cauce en zona: Urbana () Rural ()

1.6. Sector evaluado: _____

1.7. Margen: Derecha () Izquierda ()

1.8. _____ Porcentaje de pendiente del terreno: _____

1.9. N° de Finca y N° de Plano: _____

_____ H- _____ -

1.10. Propietario (según referencia de campo, estudio registral o catastro municipal): _____

2. UBICACIÓN

2.1. Provincia: _____ Cantón: _____ Distrito: _____
Poblado: _____

2.2. Cuenca: _____ Subcuenca: _____

Microcuenca: _____ Tributario: _____

2.3. Coordenadas (CRTM05): X: _____

Y: _____ Altitud: _____

2.4. Acceso a la
AP: _____ 3. CONDICIÓN

DEL ÁREA DE PROTECCIÓN (AP)

3.1. Tipo de Cobertura

() Bosque secundario () Regeneración (Charral, Tacotal, Potrero) () Invasión (actividades ejemplo: pasto, ganadería, construcción, entre otras) 3.2. Tipo de invasión:

Construcción () Cultivos () Residuos Sólidos () Escombreras () Ganadería ()

Otros _____

3.3. Se puede realizar reforestación en el sitio:

Sí () No ()

3.4. Desfogues presentes: SI () NO () De que tipo (tomar fotografía): _____

3.5. Vías presentes: SI () NO ()

3.6. Variación en el área protegida

Observaciones: _____

3.7. Estado de las vías: () lastre () tierra () asfalto () otros _____ 3.8. Cuenta la invasión con servicios básicos

37

() SI () NO De qué tipo: _____ 3.9. Amenazas a la
AP:

() Deslizamientos () Contaminación () Incendios () Inundaciones

() Deforestación () Infraestructura () Otros 3.10. Tamaño real del AP (m²):
 _____ 3.11. Tamaño del AP por Alineamientos del INVU
 (m²): _____

3.12 Croquis del escenario de la AP (tomar fotografía):

Anexo N°2. Entrevista de actores clave.



Fecha:

Entrevistador:

Hora:

Entrevistado:

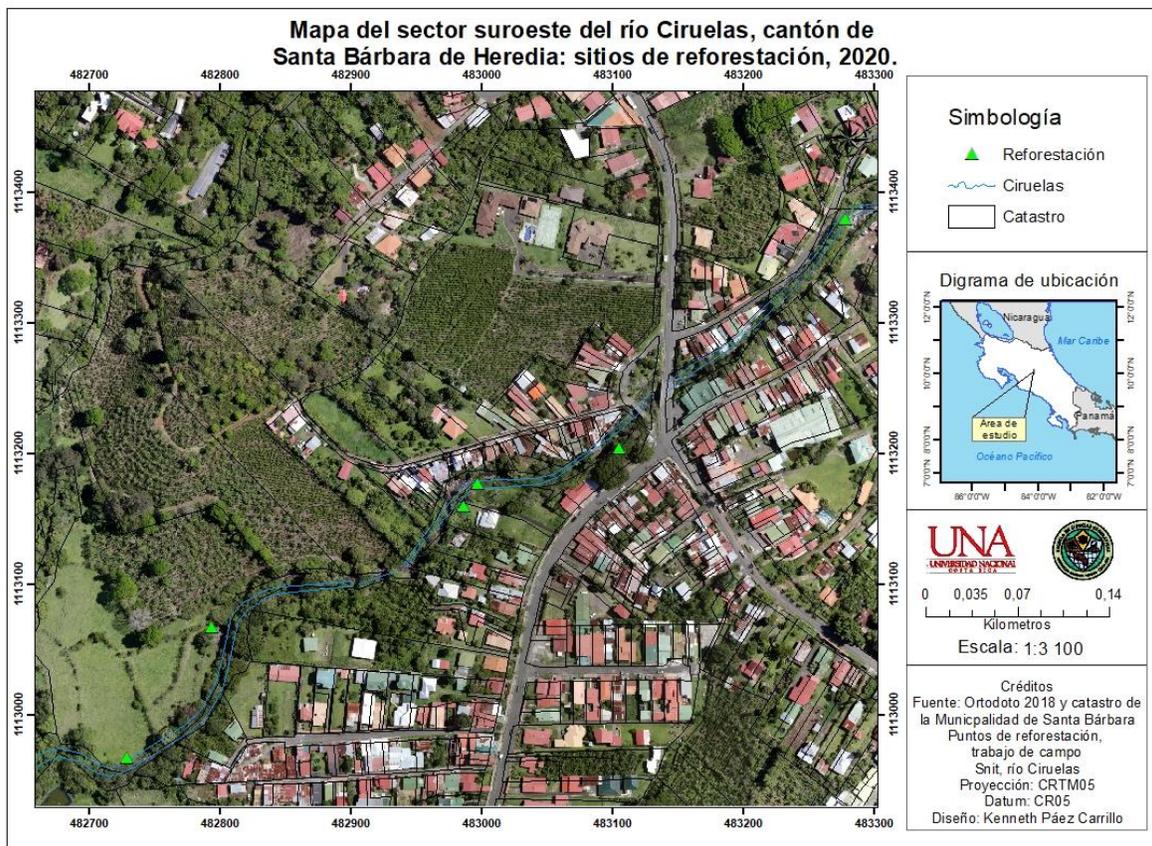
Lugar:

Esta entrevista forma parte de la investigación que se realiza en el sector suroeste de río Ciruelas, con el fin de determinar los sitios de contaminación, invasión y amenazas.

- 1) ¿Cuándo se fundó la ASADA?
- 2) ¿Qué equipo técnico conforma la ASADA?
- 3) ¿Han realizado proyectos con colaboraciones de otros entes?
- 4) ¿Cuáles son los principales conflictos socioambientales que ha enfrentado la ASADA?
- 5) ¿Considera que existe contaminación en Río Ciruelas?

- 6) Desde la experiencia de la ASADA, ¿cuáles son principales factores de contaminación que considera que están afectado el río Ciruelas?
- 7) ¿Como evalúa el impacto al río Ciruelas producto del aumento de los asentamientos urbanos en el pueblo de San Bosco, en las últimas 3 décadas?
- 8) ¿Cuál es la condición actual de la infraestructura el acueducto?
- 9) ¿Conocen el porcentaje aproximado de infraestructura del alcantarillado que posee San Bosco?
- 10) ¿Cuáles han sido los principales aportes en que ha realizado la ASADA?
- 11) ¿Bajo qué ejes trabaja la ASADA y que estrategias de conservación han implementado?
- 12) ¿Cuáles es la proyección que presenta la ASADA a corto, mediano y largo plazo?

Anexo 3. Mapa del sector suroeste del río Ciruelas, cantón de Santa Bárbara de Heredia: sitios de reforestación, 2020



Anexo 4. Fotografías de la invasión de las viviendas al río Ciruelas.

Sector noreste del río Ciruelas, 2020.



Sector suroeste del río Ciruelas, 2020



Sector noreste del río Ciruelas, 2020



Anexo 5. Fotografías de actividad domestica al margen del río.

Sector suroeste, 2020.



