

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
Vicerrectoría Académica
Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
Sistema de Estudios de Posgrado
Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales

**Plan general de conservación para la zona de protección de la naciente Chilamate en
Tablazo de Acosta, San José, Costa Rica**

Presentado en cumplimiento del requisito para optar por el título de Magíster en
Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Gestión Ambiental

Rudy Granados Álvarez

San José, Costa Rica
Agosto, 2019

Dedicatoria

Agradecimientos

Acta de aprobación del tribunal examinador

Declaración jurada

Mercedes de Montes de Oca, 20 de marzo del 2020

Yo, Rudy Granados Álvarez, con cédula de identidad 1-1098-0528, estudiante de la Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales, declaro bajo juramento que soy autor intelectual del presente trabajo final de graduación “Plan general de conservación para la naciente Chilamate en Tablazo de Acosta”, y no hay copia ni duplicación de material intelectual procedente de medios impresos, digitales o audiovisuales que se presente como de mi autoría.

Toda palabra dicha o escrita por otra persona consignada en este trabajo, está debidamente referenciada.

Rudy Granados Álvarez

Resumen

El presente estudio propone un plan general de conservación para la naciente Chilamate, ubicada en Tablazo de Acosta, San José, Costa Rica, ya que su realidad actual incluye drásticos cambios en el entorno, tales como la deforestación, el uso agrícola del suelo y el desarrollo habitacional, los cuales amenazan la zona de protección establecida la ley. Para ello, se diagnosticó el estado ambiental del entorno y el criterio comunal sobre el recurso hídrico. También se inspeccionó la infraestructura del acueducto instalado en la naciente. Dentro del entorno, se midieron tres parámetros que intervienen en la protección de nacientes (cobertura vegetal, tipo de suelo y grado de pendiente). La encuesta a la población usuaria de la naciente reveló ausencia absoluta de capacitaciones en el tema hídrico y, a pesar de asignar importancia al recurso, una mayoría no tiene la disposición de racionar este recurso ni posee conformidad con la gestión actual. El entorno de la naciente es de topografía irregular con fuertes pendientes, poca vegetación (mayoría charrales), suelo arcilloso y de poca infiltración hídrica. Se suma la cercanía de actividades agropecuarias que utilizan agroquímicos y un progresivo crecimiento habitacional que genera deforestación y basura. Por su parte, el muestreo en parcelas reflejó que la mayoría de ellas contienen charrales con poco efecto estabilizador de laderas. Adicionalmente, el acueducto posee un importante deterioro en la infraestructura, ya que la toma de agua no cuenta con protección ni con una delimitación de perímetro que permita restringir el acceso público. Todo esto conlleva a sugerir una propuesta de conservación basada en tres programas medulares que desarrollan acciones de restauración y conservación. Entre los mencionados están: reforestar con especies nativas, monitoreo de cambios en cobertura forestal, controlar la zona de protección, definir zona de recarga, alianzas con agricultores colindantes, educación ambiental, control de contaminación en agua y capacitación en gestión de acueductos.

Palabras Clave

Manantial, contextos, conservación, vulnerabilidades.

Contenido

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Acta de aprobación del tribunal examinador	iii
Declaración jurada	iv
Resumen	v
Palabras Clave	v
Contenido	vi
Lista de cuadros	viii
Lista de figuras	ix
Abreviaturas y acrónimos	x
Capítulo I. Introducción	1
1.1. Justificación	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Antecedentes	3
1.4. Planteamiento del problema	4
1.5. Objetivos	5
1.6. Marco contextual	6
Capítulo II. Marco teórico	7
2.1. Agua para consumo humano	7
2.2. Vulnerabilidades en nacientes	8
2.3. Impactos antrópicos en nacientes	8
2.4. Legislación ambiental relacionada	9
2.5. Conservación de nacientes.....	10
Capítulo III. Marco metodológico	11
3.1. Paradigma	11
3.2. Enfoque	11
3.3. Tipo de investigación.....	11
3.4. Participantes, población y muestra.....	11
3.5. Fuentes.....	12
3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de información.....	13
3.7. Validación de instrumentos	13
3.8. Procedimiento de recolección de información	14

3.9. Procedimiento de análisis de la información	15
Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados	17
4.1. Resultados	17
4.2. Discusión	20
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones	26
5.1. Hallazgos relevantes.....	26
5.2. Propuestas para la solución del problema planteado.....	27
Capítulo VI. Propuesta o producto	28
6.1. Objetivos de la propuesta	28
6.2. Enfoque epistemológico de la propuesta	28
6.3. Justificación de la propuesta	28
6.4. Estructura de la propuesta.....	28
6.5. Gestión de riesgos	32
6.6. Recursos y presupuesto	34
6.7. Recomendaciones para implementar propuesta.....	35
Referencias	36
Anexos	42
Anexo 1.....	42
Anexo 3.....	46
Anexo 4.....	47
Anexo 5.....	49
Anexo 6.....	50
Anexo 7.....	51
Anexo 8.....	52
Anexo 9.....	53
Anexo 10.....	55
Anexo 11.....	56

Lista de cuadros

Cuadro 1	Programa de Conservación naciente.....	29
Cuadro 2	Programa de Capacitación naciente.....	30
Cuadro 3	Programa de Administración naciente.....	31
Cuadro 4	Gestión de riesgos propuesta para naciente.....	32
Cuadro 5	Priorización de acciones para naciente.....	33
Cuadro 6	Insumos y costos de propuesta para naciente	34

Lista de figuras

Figura 1	Escolaridad y ocupación de comunidad adyacente a nacimiento Chilamate ...	49
Figura 2	Opinión sobre la importancia del recurso hídrico y disposición a racionarlo...	49
Figura 3	Opinión de calidad servicio de agua y disposición a pagar más por servicio..	49

Abreviaturas y acrónimos

ASADA	Asociación Administradora de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados
AYA	Acueductos y Alcantarillados
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica
MS	Ministerio de Salud
PSA	Pagos de servicios ambientales
SERSA	Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
UNED	Universidad Estatal a Distancia

Capítulo I. Introducción

1.1. Justificación

El consumo humano de agua presiona la disponibilidad hídrica en las nacientes, pues el aprovechamiento se ha realizado de forma intensa y para una gran variedad de fines (Calvo, 2013). Para ello, los acueductos brindan agua a las comunidades; no obstante, el caudal ha disminuido y posee contaminación, muchas veces debido a políticas de manejo permisivas, en especial hacia la producción y el crecimiento urbano (Astorga, 2009).

Este manejo del recurso hídrico debe ser responsable, específicamente en lograr que el suministro de agua sea potable y alcance a toda la población (González, 2012). Por tanto, se debe analizar su oferta y demanda, así como el modelo de gestión en las áreas técnicas y administrativas. Ahora bien, un adecuado manejo de recurso hídrico enfrenta muchos problemas, como la falta de recursos económicos para invertir en acueductos, la intervención humana sobre la ecología de nacientes o la falta de recursos externos para realizar protección ambiental (Mora, 2012).

Esta investigación busca apoyar a la comunidad de Tablazo de Acosta, San José, Costa Rica, la cual se abastece de la naciente Chilamate, que ha perdido caudal por el aumento de la demanda del recurso (AyA, 2015). Por lo anterior, la conservación es una opción para dar sostenibilidad de consumo hídrico a largo plazo (Calvo, 2015).

Esta necesidad de conservación, surge del irrespeto a la zona de protección que establece el artículo 31 de la Ley de Aguas N° 276 (radio no menor a 200 metros de forma horizontal) debido a la creciente actividad antrópica circundante a la fuente hídrica y por no haberse determinado, a la fecha, la zona de recarga acuífera mediante un estudio hidrogeológico.

Además, un aspecto agravante de la situación es que el sistema de captación de agua en la naciente es de pequeñas dimensiones e insalubre, pues no cumple con los requerimientos que dicta el Ministerio de Salud, lo cual desfavorece la cantidad y calidad de aprovechamiento. Tampoco existe en la zona evidencia de investigaciones anteriores sobre el tema hídrico, a pesar de constituir una necesidad en todo el país (Astorga, 2009).

Estas problemáticas disminuyen la provisión de agua potable, la cual es esencial para la vida humana (Herrera, 2017). En este punto se basa la importancia de la propuesta, pues brinda un plan general que permite la conservación del recurso hídrico de una comunidad a través del conocimiento de su estado actual, su vulnerabilidad y su potencial de mejoramiento ambiental.

En resumen, esta propuesta diagnostica el estado actual del acueducto según los requisitos de ley, así como la intervención antrópica existente dentro de la zona de protección, de acuerdo con los factores de capacidad de infiltración, cobertura forestal y grado de pendiente (Sierra, 2011). Lo anterior se complementa con una encuesta que evidenció la posición de la población usuaria del recurso, en términos de conciencia ambiental y disponibilidad para cooperar en mejoras al servicio.

El producto final es un plan general de conservación para el recurso hídrico, que sirva de insumo para acciones futuras que disminuyan su nivel de vulnerabilidad actual (Aguilar & Segura, 2016). Esto mediante la concatenación de acciones de conservación y aprovechamiento, especialmente, en las labores agrícolas cercanas a la naciente (Navarro, Araya, Pérez, Moreira & Estrada, 2013).

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se realizó en la naciente Chilamate ubicada en Tablazo de Acosta, San José, Costa Rica, dentro de la zona de protección, establecida en la Ley de Aguas de Costa Rica N° 276 (200 metros de radio). Esta zona evidencia amenazas que podrían llegar a afectar su oferta hídrica. El periodo de investigación abarcó desde el mes de marzo hasta octubre del año 2019.

En el proceso se analizó la percepción que tiene la comunidad de Tablazo sobre la importancia del agua, así como de su disponibilidad para racionar y aportar hacia la sostenibilidad a largo plazo. Asimismo, diagnosticó la calidad del aprovechamiento hídrico, en infraestructura del acueducto, las condiciones fisicoquímicas del agua y un análisis de las condiciones ambientales en la zona de protección (cobertura vegetal, infiltración del suelo y grado de pendientes).

Así pues, el análisis de todas estas variables permitió proyectar un plan general que desarrolle acciones de mejora tanto en la ecología de la zona de protección como en la sostenibilidad de aprovechamiento del recurso (Méndez, 2014), logrando mantener la cantidad y calidad óptima para consumo humano (UICN, 2015).

1.3. Antecedentes

A pesar de que Costa Rica cuenta con un régimen hidrológico abundante (Astorga, 2009), muchas de sus nacientes no son saludables y por ello, no proveen un flujo continuo de oferta hídrica que responda a las futuras necesidades de cualquier población (Schaaf, 2013). Se suma el factor del cambio climático que podría agudizar un déficit hídrico.

La principal causa de contaminación en las nacientes han sido las actividades humanas, que impactan los cuerpos de agua y reducen constantemente la sanidad de los ecosistemas (Moreno, Quintero & López, 2010). Además, la situación se agudiza con la fragmentación de hábitat (Sirombra & Mesa, 2010), que se evidencia en el aumento de la actividad agropecuaria y la expansión residencial.

Toda contaminación de cuerpos de agua genera pérdida y alteración de hábitat, que afectan a largo plazo la sostenibilidad y aprovechamiento de estos (Astorga, 2009). Inclusive, las aguas subterráneas pueden tener contaminación a través de la cubierta de suelo que poseen hacia la superficie (Almeida, 2009), por lo que la naciente en estudio podría estar siendo contaminada desde su entorno.

En el país, se ha establecido, por vía legal, un perímetro de protección para nacientes, con el fin de que sean reserva hídrica a largo plazo. Sin embargo, las actividades humanas, siempre sujetas a un contexto social, generan contaminación que impacta a este recurso (Calvo, 2015). La naciente Chilamate no escapa a esta realidad, la cual se han incrementado en los últimos años por el aumento de la población usuaria y por la cultura agrícola que impera en la zona.

El agua de dicha naciente se aprovecha mediante una Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADA), la cual es una entidad que administran la distribución del recurso y que surgió por un acuerdo de delegación de Acueductos y Alcantarillados (AyA), institución rectora en aguas (MINAE, 2005).

Esta ASADA utiliza un acueducto pequeño y, mediante un sistema de captación básico y antiguo, construido en los años setentas, porque varios vecinos de la zona acordaron colocar tanques de concreto (Arias, R., comunicación personal, 10 de mayo de 2019). No obstante, se ha tenido el objetivo de mejorar la calidad de vida de la comunidad a través del abastecimiento sostenible del recurso, cumpliendo con las leyes de calidad del mismo (MINAE, 2005).

Existe importante ausencia de actores pertinentes en la gestión del recurso hídrico, por ejemplo, casi nula intervención del AyA y poco contacto de parte de la Municipalidad de Acosta y del Ministerio de Agricultura y Ganadería, así como de la poca empresa privada de la zona.

El crecimiento poblacional de la comunidad ha causado que muchas personas capten aguas sin autorización, colocando tanques insalubres, con el fin de abastecer criaderos de animales, casas de habitación, sembradíos de cultivos entre otros. A pesar de que la ASADA instaló medidores para cobrar mensualidad por el servicio, los tanques continúan sin control.

Los impactos en el entorno de la naciente son cada vez más evidentes, en la pérdida de cobertura vegetal, deslizamientos de terreno y disminución del caudal hídrico, así como disconformidad de la comunidad usuaria del recurso. A la fecha, no existe evidencia de estudio alguno sobre la naciente. Solamente el Plan General de Manejo Zona Protectora Cerros de Escazú 2015-2025 (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], 2015) expone generalidades biofísicas de la zona, como el clima, geología, zonas de vida e impacto antrópico existente.

1.4. Planteamiento del problema

La problemática en cuestión ocurre en la zona de protección de la naciente Chilamate, debido a que la actividad humana ha venido afectando sus recursos naturales de forma descontrolada y progresiva, al igual que en el resto del país (Navarro, *et al.*, 2013). Estas actividades (productivas y vivienda) potencian posibles fuentes de contaminación (Herrera, 2017).

La amenaza se ha agudizado en los últimos años, pues en la zona no existen medidas de protección y las prohibiciones que establece la legislación ambiental nacional no son fiscalizadas, especialmente dentro de la zona de protección. Ejemplos de estos impactos son los permisos de construcción, deforestación y uso intensivo del suelo (Herrera, 2017).

Existe, además, un irrespeto evidente hacia la Ley de Aguas N° 276 que establece en su artículo 31, que la zona de protección para una naciente debe ser de no menos de 200 metros de radio. En el área de estudio existen cafetales y sembradíos de cítricos que son tratados con agroquímicos, los cuales podrían contaminar la toma de agua.

Las consecuencias han sido una situación de vulnerabilidad ambiental en la zona, con ante amenazas como: el aprovechamiento irracional de agua, riesgos de contaminación, deslizamientos de terreno y desequilibrio ecológico del entorno (Astorga, 2009). Además, que no hay control sobre la cantidad de agua que se extrae de la naciente, potenciando un riesgo de déficit hídrico futuro, ya que se concede por demanda y no sobre oferta (Herrera, 2017).

Tampoco existen en el área programas de educación ambiental, lo que ocasiona que los usuarios no demuestren preocupación por la sostenibilidad del servicio de agua que poseen, ni por la calidad y salubridad del mismo, empeorando la situación (Navarro, et al., 2013). En este aspecto es necesario que el AyA, la escuela primaria de la zona o el mismo municipio del cantón ofrezcan una aproximación importante hacia la educación ambiental a manera de cultura en toda la zona. Esto no ha sucedido en ningún momento.

Por tanto, surge la pregunta: ¿Cuál estrategia de conservación debe proponerse para la conservación de la zona de protección en la naciente Chilamate?

1.5. Objetivos

Objetivo general

Proponer un plan general de conservación para la zona de protección de la naciente Chilamate en Tablazo de Acosta, que brinde sostenibilidad al aprovechamiento del recurso.

Objetivos específicos

1. Establecer la percepción de los usuarios acerca de la importancia y situación actual de la naciente Chilamate.
2. Identificar vulnerabilidades ambientales existentes en la zona de protección de la naciente.
3. Determinar la calidad de aprovechamiento del recurso hídrico que realiza la ASADA Tablazo en la naciente Chilamate.

1.6. Marco contextual

La naciente Chilamate se localiza en el barrio Tablazo, distrito San Ignacio de Acosta en la provincia de San José, Costa Rica, en coordenadas geográficas medias de 09°44'41" latitud norte y 84°14'18" longitud oeste de la hoja cartográfica Carraigres. Se encuentra en los Cerros de Escazú, que forman parte de la estribación noroccidental de la Cordillera de Talamanca, en una altitud de 1254 m.s.n.m. Posee una topografía bastante irregular e inclinada, tanto así que las actividades agropecuarias y el crecimiento habitacional que se han venido incrementando podrían llegar a afectar la estabilidad del suelo (Chávez, 2010) y deteriorar los recursos naturales presentes en la zona (Astorga, 2009).

La vegetación corresponde a la zona de vida bosque húmedo premontano (bh-P) y los suelos son en mayoría del orden entisoles, con poca capacidad de infiltración y proclives a la erosión (SINAC, 2015). Toda la zona se encuentra entre dos unidades geomórficas, lo que la hace susceptible a los deslizamientos (FOMUDE, 2010). El sistema fluvial pertenece a la vertiente del Pacífico y el área es drenada por el río Jorco (SINAC, 2015). Presenta un clima tropical lluvioso del Pacífico Central, con un período seco de diciembre hasta abril y un periodo lluvioso de mayo a noviembre. La precipitación media anual es de entre los 2.000 a 4.000 mm/m² y una temperatura media anual entre 16 y 24°C (IMN, 2011).

En cuanto al contexto de actores involucrados en la gestión del agua es importante destacar que a la fecha solamente la Municipalidad ha brindado apoyo a la ASADA y a pesar de que el AyA mantiene por legislación canales de capacitación abiertos, estos no se han utilizado. La única empresa privada presente en la zona es una venta de ciprés que a pesar de utilizar agua de la naciente no ha manifestado ningún indicio de apoyo a la correcta gestión del recurso.

En esta investigación se identificó primeramente la percepción de recurso hídrico que posee la comunidad usuaria de la naciente, para luego muestrear la zona de protección establecida por ley, para medir factores que, según Sierra (2011) brindan protección a las nacientes: cobertura vegetal, grado de pendiente del suelo y capacidad de infiltración. Por último, se definió la calidad de aprovechamiento hídrico que actualmente realiza la ASADA, a través de la inspección de la infraestructura del acueducto y del análisis del agua en la naciente. Estos factores definen amenazas que mediante análisis permiten elaborar un plan general de conservación, necesario para mejorar la condición actual del entorno.

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Agua para consumo humano

Existen diferentes fuentes de agua, las superficiales (pluviales, ríos, manantiales, lagos, embalses), las subterráneas y las no convencionales (reutilización, desalización). Entre estas, la más simple y barata de aprovechamiento es la superficial; sin embargo, es la más vulnerable a ser contaminada (Veas, 2011), mientras que las aguas subterráneas poseen mayor protección, pero son más costosas de aprovechar.

Una naciente es una salida de agua proveniente de un área que se recarga mediante precipitación o cursos de agua superficiales, infiltrándola y purificándola, para luego aflorar y, con ello, abastecer al consumo humano (Blanco, 2009), por lo que es importante conservar las condiciones naturales de su ecología. El agua infiltrada que se ha almacenado de forma subterránea debe protegerse de contaminantes en la zona de influencia de la naciente (desde la recarga hasta la toma), con el fin de ser apta para consumo humano (Angulo & Jara, 2013) y resistente a variaciones climáticas para ser reserva a largo plazo (Jiménez, 2011).

El consumo de agua de una naciente amenaza la disponibilidad hídrica al combinarse con factores como el crecimiento poblacional, el mal ordenamiento territorial, la invasión a zonas de recarga hídrica, la contaminación y la competencia de explotación (Valverde, 2013). Por ello, en Costa Rica, el suministro de agua para consumo humano se ha establecido por vía legal para que esté libre de contaminación y cumpla con los requisitos de cantidad, calidad, salubridad y continuidad (Gómez, 2012).

De acuerdo con Saavedra (2009), muchas comunidades campesinas han venido enfrentando un avanzado deterioro de cantidad y calidad en el aprovechamiento de sus fuentes de agua, en buena parte provocado por excesivas prácticas agrícolas, que implican deforestación, sobrepastoreo, monocultivo y otros, que generan procesos de erosión y compactación de suelo. El aprovechamiento comunal se administra mediante comités de vecinos, que son un eslabón importante entre el Estado y la comunidad para efectos de gestión (Gentes, Cárdenas & Sánchez, 2009).

Sin embargo, se les ha señalado debilidades, como limitada capacidad técnica, escasa comunicación interinstitucional e incumplimiento de la legislación nacional (Gentes *et al.*, 2009).

Por tal razón, es importante que todo derecho a consumo hídrico tenga una contraparte económica que permita la sostenibilidad del recurso y perpetúe la administración, operación, mantenimiento y desarrollo de un acueducto, para que funcione como empresa de servicio (Decreto N° 32529 – S- MINAE).

2.2. Vulnerabilidades en nacientes

La vulnerabilidad o amenaza de una naciente es una condición intrínseca de ser impactada por un disturbio a causa de un conjunto de condiciones físicas y ambientales, determinada por su grado de exposición y fragilidad (Ministerio de Salud, 2015). Esta vulnerabilidad depende de factores como: volumen del agua y el grado de renovación, la protección de la naciente, el espesor de la zona no saturada (depuración de las aguas infiltradas) y la rapidez del flujo (Bolaños, 2013). La mayoría de nacientes están siendo explotadas actualmente de forma irracional (Astorga, 2009).

De hecho, en Costa Rica, la situación actual de las nacientes obedece directamente a los impactos ambientales de los que son objeto, originados por actividades desarrollistas que cambian drásticamente el uso del suelo y, con ello, su calidad y cantidad de agua, reduciendo así el potencial de aprovechamiento a mediano y largo plazo (Saavedra, 2009). Estos impactos dependen de factores naturales y socioeconómicos.

Los naturales incluyen el clima, la topografía y la estructura del suelo. Los socioeconómicos incluyen el desarrollo de infraestructura, la capacidad económica y la cultura ambiental de agricultores y sus prácticas de manejo. Entre los disturbios que causan mayor problemática están el incremento de la población, el cambio de uso de la tierra, la apertura de caminos sin planificación, la deforestación y la erosión de suelos (Pérez & Aguilar, 2012).

2.3. Impactos antrópicos en nacientes

La contaminación de nacientes se produce por la introducción de elementos extraños en el agua (Ballesteros, 2009), lo cual es difícil de controlar y solamente se evidencia cuando la tasa de contaminantes en el cuerpo de agua excede sus niveles naturales (Zafra *et al.*, 2009). Una de las causas más comunes de impacto en nacientes es la degradación de suelos, que genera desequilibrios ecosistémicos que afectan la calidad del agua y la compactación del suelo, que reduce la capacidad de recarga hídrica (Zuleta, 2011).

Asimismo, la deforestación también contribuye a la inestabilidad de suelos (FAO, 2013). Las zonas deforestadas poseen poca porosidad de suelo y por esto baja capacidad de infiltración, lo que acelera la escorrentía superficial (Chang, 2013). En este aspecto, se suma la utilización del suelo en actividades de agricultura intensiva y la construcción de casas (Ballesteros, 2009).

Esta condición genera también deslizamientos de terreno, donde las raíces de los árboles sufren una regresión y al secarse y encogerse disminuyen la capacidad de absorber agua y nutrientes del suelo y, de esta forma, ocasionan más caída de árboles, lo que vulnera aún más el entorno de una naciente frente futuros deslizamientos (Madrid, 2014). A pesar de que un proceso de reforestación no igualaría la composición de biodiversidad que tenía la cobertura forestal original (Chazdon, 2008), las raíces de la cobertura vegetal facilitan la baja capacidad de infiltración, dirigiendo la recarga de agua hacia el caudal subterráneo (Faustino, 2011).

2.4. Legislación ambiental relacionada

En Costa Rica existe una gran cantidad de normas, reglamentos, leyes e instrumentos legales que regulan y gestionan el aprovechamiento hídrico; sin embargo, una importante deficiencia radica en la ausencia de fiscalizar su aplicación (AyA, 2016). De acuerdo con Aguilar e Iza (2009), la adopción de estas normas es variable y depende del análisis de necesidades y capacidades, ajustándolas a las realidades económicas y sociales de cada problemática en cuestión.

El AyA es el ente rector del recurso hídrico en el país y debe controlar su contaminación y potabilidad (Ley de AyA), y el consumo humano de agua, según la Ley de Aguas N° 276, debe ser regulado por el Ministerio de Salud en control de calidad de agua. Mientras, el canon de aprovechamiento de agua (MINAE, 2016) busca el óptimo abastecimiento de esta.

A pesar de que la titularidad de las aguas subterráneas se le atribuye a los propietarios de la tierra que las contiene (AyA, 2016), el establecimiento de su área de protección puede ser decretado por el AyA sobre las áreas indispensables para tal fin (artículo 31 de la Ley de Aguas). En saneamiento, la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554 establece los criterios para disposición de aguas residuales (artículo 52, inciso d) y el artículo 265 de la Ley General de Salud N° 5395 prohíbe toda contaminación de aguas y faculta a toda persona para realizar denuncias ante las instituciones pertinentes.

2.5. Conservación de nacientes

Para conservar las nacientes, es importante valorar económicamente los bienes y servicios ambientales que brinda el agua, ya que esto contribuye a crear conciencia sobre su conservación y a establecer prioridades en la gestión de una cuenca hidrográfica (SINAC, 2015). Además, se deben identificar los problemas más relevantes que afectan la zona de influencia de la naciente (recarga hídrica) (Ballesteros, 2009) y trabajar en programas de educación ambiental, con el fin de mejorar la conciencia de la población usuaria.

Dentro de la zona de recarga hídrica se debe prevenir, minimizar y eliminar toda contaminación presente (Bartram *et al.*, 2009). También, se requiere la participación de los involucrados, así como evaluar las acciones emprendidas para realizar ajustes de forma oportuna (Asís, 2015). La evaluación del riesgo en la naciente, debe identificar vulnerabilidades para definir cuáles medidas priorizar en controlar los riesgos encontrados (Amezquita-Perez & Torres, 2013). Esta evaluación favorece la toma de decisiones; en especial cuando los administradores carecen de formación para gestionar los problemas del acueducto (González, 2012; Veas, 2011).

Por otra parte, se debe fomentar el desarrollo de actividades productivas con enfoque sostenible (SINAC, 2015), que maximicen los beneficios sin perjudicar el recurso hídrico y concilien el aprovechamiento y la conservación (FAO 2013). De igual forma es importante el análisis de aguas, ya que revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos (Mora, 2009).

El acueducto debe considerar su cobertura poblacional para definir su diseño, contemplando la oferta hídrica, la ubicación y la capacidad del tanque de almacenamiento, con el fin de brindar un servicio eficiente a los usuarios (Mora & Barrantes, 2017). Asimismo, para dar sostenibilidad al proceso, es necesario que se incluya una distribución de costos y beneficios entre los usuarios que aprovechan el recurso (SINAC, 2015). Esta mecánica permite que exista motivación y retribución en los involucrados en el proceso.

Debe sumarse, además, un consenso entre gobiernos locales, instituciones públicas, empresa privada y la comunidad, con el fin de comprometerlos para que cada uno se involucre y aporte de acuerdo con sus facilidades y capacidades. Debe existir una metodología flexible, que se adapte a las particularidades emergentes, mejorando su operación y mantenimiento, con el objetivo de mejorar la calidad del servicio y el saneamiento ambiental (Dourojeanni, 2009).

Capítulo III. Marco metodológico

3.1. Paradigma

La Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales es un programa que pertenece a las llamadas Ciencias Naturales y, por tanto, se desarrolla dentro de un paradigma intelectual-social-crítico en el que se motiva a la construcción continua de conocimiento nuevo, mediante la realización de una investigación científica que genere propuestas capaces de provocar una transformación social en cuanto al manejo de los recursos naturales.

3.2. Enfoque

Se utilizó un enfoque cuantitativo, basado en un muestreo probabilístico en aproximación cuantitativa (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). El proceso incluyó estadística de datos encuestados, así como conteo y medición de parámetros presentes en la naciente Chilamate (Hernández, Fernández y Baptista 2010).

3.3. Tipo de investigación

El diseño fue no experimental, ya que las variables estudiadas no se manipularon, sino que solamente se observaron en su contexto natural (Hernández, Fernández & Baptista, 2010) sin modificación alguna. Lo anterior obedece a se realizó una encuesta comunal y se inspeccionó mediante formularios el estado de la captación de la naciente y el acueducto. Por último, se midió la cantidad de cobertura vegetal, la tasa de infiltración del suelo y los grados de pendientes.

3.4. Participantes, población y muestra

La población en estudio para la encuesta estuvo comprendida por los abonados de la ASADA Tablazo (usuarios de la naciente), la cual consta de 260 personas en total. De ellas, se seleccionó una muestra mediante la siguiente fórmula, considerada por Hernández, Fernández y Baptista (2010):

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

N = Total de la población

Z α = 1.96 a la 2 (seguridad del 95%)

p = proporción esperada (del 5%)

q = 1 – p (1-0.05 = 0.95)

d = precisión (del 5%) X

$$n = \frac{260 * (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}{(0.05)^2 (260-1) + (1.96)^2 * 0.05 * 0.95} = 57$$

Las 57 personas fueron seleccionadas del padrón de abonados (Anexo 1), mediante un muestreo sistemático (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), que incluyó a la persona con una numeración en orden de múltiplos de cuatro (comenzando con la persona numerada como 1,4,8,12,16... y así sucesivamente).

Para estudiar la zona de protección según la Ley de Aguas N° 276 (200 metros de radio), se utilizó la fórmula de área para un círculo ($A = \pi r^2$), resultando en un total de 125,663 m², de los cuales se muestreó al menos un 5% de este total (7,200 m²). La selección de esta área fue de manera aleatoria y representativa, se cuadrículó toda la zona de protección en parcelas de 30mx30m (Anexo 2). Estas se enumeraron y se seleccionaron al azar ocho de ellas.

En cada parcela seleccionada se midió la cobertura vegetal que establece la Ley Forestal N° 7575 como bosque, el grado de pendiente, la capacidad de infiltración del suelo, según el *Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones*, y la actividad antropogénica presente.

3.5. Fuentes

Las fuentes primarias corresponden a los datos reflejados por la encuesta de abonados y la inspección de la naciente y su acueducto, así como las mediciones realizadas en las parcelas seleccionadas dentro de la zona de protección.

Las fuentes secundarias son los reportes brindados por la ASADA Tablazo, los análisis de aguas del Ministerio de Salud y la revisión de documentos, libros, entre otros.

3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de información

A continuación, se detallan las técnicas e instrumentos empleados en la presente investigación.

Encuesta: se efectuó una encuesta de tipo estructurada y cerrada, que constó de seis preguntas orientadas a diagnosticar el nivel de conocimiento de la población adyacente al manantial sobre recurso hídrico y el nivel de importancia que esta le asigna al servicio de agua (Anexo 3). Se aplicó durante el mes de marzo 2019 a los abonados de la ASADA Tablazo de Acosta.

Cobertura vegetal: esta se determinó, considerando como un estado idóneo, la definición de bosque que establece la Ley Forestal N° 7575 (más de 60 árboles por hectárea de 15 o más centímetros de diámetro medido a la altura del pecho, DAP). A partir de este dato, se calculó el porcentaje de bosque que posee cada parcela estudiada.

Grado de pendiente: se midió utilizando un clinómetro marca Suunto, modelo PM-5/360 PC. Con exactitud $1/4^\circ$, intervalo de graduación 0.5° y escala de pendiente de $\pm 90^\circ$ en porcentaje de pendiente.

Infiltración del suelo: esta se determinó mediante pruebas de infiltración de suelo, según el *Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones* (Morales, et al., 2010), que consistió en medir la cantidad de agua absorbida durante intervalos de tiempo cronometrados.

Actividad antropogénica: se registró de manera cualitativa la existencia o ausencia de todo rastro de impacto antropogénico mediante evidencia observada en la parcela.

Formularios: para evaluar la calidad del servicio de la ASADA Tablazo, así como las estructuras del acueducto, se utilizó el formulario del Sistema Estandarizado de Regulación de la Salud (SERSA) del Ministerio de Salud (2014) (Anexo 4).

3.7. Validación de instrumentos

Encuesta de abonados: para validar la encuesta, primeramente, se consideró el criterio de la investigadora social de la Universidad de Costa Rica, la Licda. Ana Estrella Meza Rodríguez en la redacción de preguntas. Después de ello, se realizó una prueba piloto, que consistió en

aplicar las preguntas a una muestra de cinco personas del padrón de abonados de la ASADA San Luis de Acosta, debido a la similitud con la población en estudio de esta investigación (Yuni & Urbano, 2014). Según sus observaciones en cuanto a comprensión de preguntas, orden y duración, se utilizó el resultado como versión definitiva de encuesta.

Muestreo de parcelas: este se valida en que según Sierra (2011) tres factores que son prioritarios para conservar nacientes son: cobertura vegetal, grado de pendiente y capacidad de infiltración. La medición de cobertura vegetal cuantificó la cantidad de bosque presente, definido por la Ley Forestal N° 7575. La tasa de infiltración del suelo se valida en el *Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones* (Morales, et al., 2010).

Calidad de aprovechamiento hídrico: esta se valida al utilizar *in situ* los formularios de inspección SERSA, que están autorizados por el Ministerio de Salud para evaluar las condiciones actuales, tanto de captación de naciente como del tanque de almacenamiento (Anexo 4) (Ministerio de Salud, 2014).

3.8. Procedimiento de recolección de información

Encuesta: la encuesta se aplicó durante el mes de marzo 2019. Se consultó de manera personal a los abonados seleccionados del padrón de la ASADA Tablazo, a quienes se les visitó en su casa de habitación y se registró en hojas de papel las respuestas a las preguntas del cuestionario (Anexo 3).

Cobertura vegetal: en las parcelas seleccionadas se demarcó el perímetro establecido y se contabilizaron todos los árboles presentes que tuvieran un DAP mayor a 15 centímetros. Para ello, se midió con cinta métrica la circunferencia y se utilizó la siguiente fórmula: $d = c/\pi$, donde d = diámetro, c = circunferencia y $\pi = 3,14$ (Anexo 6).

Infiltración del suelo: las pruebas de infiltración se realizaron excavando en cada parcela seleccionada agujeros de 20 cm de diámetro y 30 cm de profundidad. Luego de ser saturados de agua, se llenaron de nuevo del mismo líquido y se midió la altura del agua infiltrada al inicio y al final, cada 30 minutos. Se registró la diferencia entre la altura inicial y final, repitiendo el método hasta obtener tres lecturas consecutivas iguales, para evitar errores en la medición o en la saturación (Anexo 6).

Pendiente del suelo: en cada parcela se midió el grado de pendiente utilizando un clinómetro, el cual se colocó en el punto más bajo del área delimitada y con solo mirar a través del clinómetro hacia el punto más alto de la parcela delimitada, el instrumento señala los grados de pendiente que tiene el terreno medido (Anexo 6).

Actividad antropogénica: en las parcelas delimitadas se registró todo indicio de actividad antropogénica mediante observación en el campo. Se enlistó el tipo de rastro observado en la parcela respectiva y se fotografió esta para evidencia (Anexo 7).

Calidad del aprovechamiento hídrico: se inspeccionó el estado actual del acueducto en la naciente, mediante los formularios SERSA del Ministerio de Salud (2014). Esta inspección se realizó *in situ*, completando las fichas de campo número 2 y 3 (Anexo 4), utilizadas para captación y tanque de almacenamiento, respectivamente. Asimismo, se solicitó a la ASADA Tablazo el último análisis de calidad fisicoquímica del agua.

3.9. Procedimiento de análisis de la información

Encuesta: se analizó bajo estadística de frecuencia, mediante la medida de tendencia central de la moda, la cual cuantifica la cantidad de respuestas iguales. Posteriormente, se representó en gráficos, en el programa de cómputo Microsoft Excel (Anexo 5).

Cobertura vegetal: se obtuvo por parcela una tasa de cobertura vegetal en función del número de árboles con DAP mayor a 15 cm, siendo una cantidad mayor a 60 árboles por hectárea la cobertura de un 100% de bosque (Ley Forestal N° 7575). Desde este parámetro se calculó en porcentajes de bosque (Anexo 6).

Infiltración del suelo: la tasa de infiltración se obtuvo de tomar el intervalo de tiempo esperado entre las lecturas y dividirlo entre el último registro de diferencia en altura. Este dato demostró la capacidad del suelo saturado para infiltrar agua y así, determinar su proclividad a la erosión, en el parámetro de que, a menor tasa de infiltración, mayor erosión (Anexo 6).

Pendiente del suelo: entre mayor grado de pendiente obtenido en cada parcela, mayor es la proclividad hacia la erosión y la inestabilidad de terrenos, lo que genera procesos de sedimentación en toda la microcuenca y, en especial, sobre el caudal ecológico de la naciente (Anexo 6).

Actividad antropogénica: la evidencia de rastros de actividad antropogénica en cada parcela se interpretó de manera cualitativa hacia distintos tipos de intervención humana sobre la zona. La tabulación de datos se dividió entre presencia o ausencia (Anexo 6 y 7).

Calidad del aprovechamiento hídrico: los formularios SERSA (Anexo 4), establecieron puntuaciones a diferentes variables que evaluaron el acueducto, puntualizando vulnerabilidades en su calidad de aprovechamiento, las cuales deben ser mejorarse. Además, la calidad fisicoquímica del agua de la naciente sirvió de complemento para conocer el estado de sanidad de la naciente y así proyectar las acciones necesarias a futuro para conservar el recurso.

Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados

4.1. Resultados

Percepción comunal sobre recurso hídrico

El grado de escolaridad que impera en la zona es la educación primaria (63%); solamente un 9% de los pobladores completó la secundaria (figura 1, Anexo 5), lo que puede asociarse con aspectos culturales que indican que solamente se pudo completar la escuela, debido a la necesidad de ayudar económicamente a sus familiares, así como la poca presencia de instituciones educativas en la zona.

Esta falta de escolaridad en la mayor parte de los consultados genera que posean ocupaciones poco calificadas, como la agricultura y albañilería (80%), en los hombres, y amas de casa (14%), en las mujeres. Una minoría del 6% se dedica a ocupaciones de mano de obra calificada, la mayoría en oficina, predominando en la comunidad una cultura agropecuaria de baja escolaridad y, por ende, de bajos ingresos económicos.

Ninguna de las personas consultadas ha recibido capacitación alguna respecto al uso y conservación del agua. No obstante, una mayoría del 70% de las personas consultadas le da una gran importancia al servicio de agua que reciben, a la vez que una similar mayoría del 84% no tiene la disposición de racionar este recurso en cualquier forma que solicite la ASADA (figura 2, Anexo 5). Esto significa que, a pesar de darle importancia al recurso natural, no consideran que sea necesario racionarlo, en especial por la necesidad de utilizar el agua en el riego de sus cultivos agrícolas, que por observación se deduce, son la actividad económica más abundante en el área.

Un 47% considera que el servicio que brinda la ASADA es entre malo y regular, lo que significa que dicha asociación debe mejorar su gestión; sin embargo, una mayoría del 95% no está dispuesta a pagar una mayor mensualidad para obtener un mejor servicio (figura 3, Anexo 5). Es decir, que, si bien valoran el recurso natural, valoran más el recurso económico. Probablemente, lo anterior sea consecuencia de la condición económica que se observó en sus casas durante la aplicación de la encuesta, que correspondería a una clase media baja, que vela por proteger su ingreso económico.

Vulnerabilidades en zona de protección

La zona de protección es de topografía irregular y de altas pendientes, que en su mayoría no contiene cobertura vegetal importante. Este tipo de geomorfología, sumado a lluvias intensas, podrían ocasionar procesos de escorrentía importantes. Existe, además, una interacción desventajosa del ecosistema de la naciente con iniciativas de agricultura intensiva y un crecimiento habitacional que no evidencia poseer un ordenamiento territorial.

En el Anexo 6 se muestra el resultado del muestreo realizado en las parcelas, el cual reveló que en la zona de protección existe poca vegetación en fuertes pendientes, una agricultura intensa de café, cítricos y un crecimiento habitacional sin ordenamiento territorial, que genera deforestación, erosión y sedimentación. Muchas parcelas poseen una importante pendiente y contienen gran cantidad de árboles; sin embargo, existen otras que son muy inclinadas y no contienen ni un solo árbol, solamente herbáceas y pocos arbustos lo que constituye una vulnerabilidad al deslizamiento de tierra e incrementan el riesgo ambiental.

Solo una tercera parte de las parcelas estudiadas posee bosque y las especies de árboles encontradas corresponde a especies como: *Quercus sp.*, *Diphysa americana* (Mill.) M. Sousa, las cuales, por ser maderables y por la cercanía a una población campesina, multiplica la vulnerabilidad a ser deforestadas. La mayoría de especies de árboles encontradas en estas parcelas, si bien son nativas, no son suficientes para catalogar el área como bosque, lo que contribuiría a estabilizar laderas y aumenta nuevamente la vulnerabilidad. En otro sector, existe una población importante de cipreses *Cupressus lusitanica* Mill., que, además de no cumplir grandes beneficios ecológicos, son una especie maderable que no tiene veda de corta, lo cual suma vulnerabilidad a la conservación de cobertura vegetal.

La tasa de infiltración obtenida en las parcelas analizadas (Anexo 6) fue, en promedio de 3,82 minutos por centímetro, lo que significa que se trata de un suelo con poca capacidad de infiltración (arcilloso). Si se le suma a esto un grado de pendiente importante, el suelo tiene una condición vulnerable en la zona, que tiende hacia procesos de erosión y sedimentación, con especial impacto sobre el caudal ecológico de la naciente.

La actividad antropogénica observada en las parcelas obedece directamente a la interacción cercana con actividades agrícolas poco amigables con el ambiente. Se observaron aguas servidas (foto 1, Anexo 7), basura (Foto 2, Anexo 7), uso de agroquímicos (Foto 3, Anexo 7),

entre otras. La progresiva aproximación habitacional ha generado la instalación de tanques de captación ilegales (Foto 4, anexo 7), además de animales domésticos, deforestación, aguas negras, etc., Es una zona que, bajo la justificación de la subsistencia económica, irrespeta la delimitación de la zona de protección la naciente y vulnera la sostenibilidad del recurso hídrico.

Calidad de aprovechamiento del recurso hídrico

La naciente en estudio se aprovecha para abastecer a la comunidad de Tablazo, mediante un acueducto muy básico y actualmente en estado poco sanitario. Su estructura está constituida por un rudimentario miniembalse, que no cuenta con rejilla de captación, sino que utilizan un tubo cubierto con zarán (foto 5, Anexo 7).

Durante la visita de campo a la captación se aplicó el formulario SERSA de evaluación de la captación en la naciente (ficha de campo 2, Anexo 4). Este reveló que la naciente no posee cerca de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación, solamente cuenta con una cubierta formada por latas y piedras, en condiciones no sanitarias. Además, el acueducto no cuenta con canales para desviar el agua de escorrentía ni tubería de rebalse y existen plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación; asimismo, en sus alrededores existen sembradíos de café y cítricos, mayormente, así como viviendas y basura.

La limpieza de la captación se realiza ocasionalmente por parte del fontanero, de acuerdo con su interpretación de suciedad presente y solamente durante épocas lluviosas se realiza con mayor frecuencia. El tanque de almacenamiento se limpia con mucha menos regularidad. El agua captada es dirigida a un tanque de almacenamiento, de concreto, con 45 años de construido, semienterrado y con una capacidad de 20.5 m³. Posee una salida a la línea de distribución en la parte inferior y tiene rebalse (foto 6, anexo 7). El fontanero realiza limpieza de las paredes de manera mensual.

En la aplicación del formulario SERSA al tanque de almacenamiento (Ficha de campo 3, Anexo 4), este evidenció que la tapa del tanque está construida en condiciones no sanitarias y no posee escaleras internas. Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque y se encuentra defectuosa su malla de protección. Posee un básico sistema seguro de cierre (candado) y el rebalse no posee rejilla de protección.

El tanque presenta grietas, tiene fácil acceso de personas, animales y está cercano a fuentes de contaminación, como basura, aguas servidas y riego agrícola. Tampoco dispone de un mecanismo para el cierre de ingreso de agua, cuando el tanque llegue a su máxima capacidad (control del rebalse) que evite el desperdicio de agua. El acueducto no posee un sistema de aforo al ingreso del tanque y tampoco una medición (macromedidor) en la salida del agua hacia el abastecimiento. Esta condición impide comparar el caudal que sale del tanque contra los datos de la facturación que cobra la ASADA por el servicio y, con ello, calcular posibles fugas.

En resumen, el acueducto en estudio no garantiza un suministro de agua potable a la comunidad, ya que, según el formulario SERSA, presenta un riesgo muy alto de generar contaminación en el agua. El promedio de las mediciones de aforo durante el año 2019, ha sido de 3.69 litros por segundo en estación seca y de 4.24 litros por segundo en estación lluviosa (Anexo 8). Lo que significa que para una población de casi 1,000 personas un consumo de 200 litros por persona diarios (zona rural). La fuente está cerca de su tope de oferta hídrica, debido a que dicha naciente puede abastecer a unas 1,600 personas y la actualidad se abastece a unos 1,300 usuarios.

Por otra parte, de acuerdo con la ASADA Tablazo, los análisis fisicoquímicos se realizan cada tres años, porque pertenecen al programa *Sello de Calidad Sanitaria* del AyA; sin embargo, dependen de la disponibilidad del Laboratorio Nacional de aguas y algunas veces se retrasan en sus fechas. Por tal motivo, el más reciente análisis fisicoquímico reportado por la ASADA tiene fecha enero del 2018 (Anexo 9) y evidencia que el agua de la naciente, si bien se encuentra dentro de los parámetros del reglamento para la Ley de Agua Potable N° 38924-S también informa que no cuenta con dispositivos de protección y hay basura en sus alrededores. Además, la ASADA asegura que el Ministerio de Salud del cantón les puede realizar un análisis de aguas sin previa notificación.

4.2. Discusión

El principal motivo de la degradación ambiental en la naciente Chilamate, es el impacto antrópico sin conciencia ambiental que Ballester, (2016), establece como equivocada, porque según este autor, todo aprovechamiento debe promover una participación ciudadana que racione el uso del agua y realizar prácticas económicas sostenibles, conciliando aprovechamiento y conservación. Este tipo de relación no fue evidenciada ni siquiera en la zona de protección establecida al recurso.

De acuerdo con Saavedra, (2009), muchas comunidades campesinas han venido enfrentando deterioro en el aprovechamiento de sus fuentes de agua, debido a las excesivas prácticas agrícolas, que implican deforestación, sobrepastoreo, monocultivo y otros, tal es el caso de la comunidad de Tablazo que posee una formación educativa a nivel primario con ocupaciones poco calificadas como la agricultura y la albañilería.

Además, al tratarse de una población de cultura agropecuaria con predominio de labores agrícolas, se deduce que dependen del agua para sus quehaceres. Al respecto, Martínez, (2010), afirma que cuando se trata de una relación productiva meramente utilitaria, que considera al recurso solamente como materia prima, no se estará considerando la sostenibilidad del mismo a futuro, arriesgando la continuidad de las actividades socioeconómicas y por ende la subsistencia de los usuarios.

Esta comunidad utiliza el agua para fines domésticos y agrícolas, sin que exista ningún tipo de racionalidad de uso. La única empresa privada de la zona no contempla ninguna retribución hacia el agua, ya que solamente la utiliza para su producción. Es necesario además que surjan otros actores sociales como grupos ecologistas, comités de voluntariado ambiental o alguna organización ecologista a nivel cantonal o hasta nacional (donaciones), con el fin de concatenar una mayor cantidad de esfuerzos en la conservación del agua.

Según el Atlas del desarrollo humano cantonal de Costa Rica del PNUD, (2011), la agricultura de subsistencia es la actividad común en la zona, la cual no genera los ingresos suficientes para aminorar sus ciclos de aprovechamiento y, por lo general, se utiliza el agroquímico para potenciar la producción; Gómez, (2012), califica esta práctica como clara amenaza para toda fuente de agua que se encuentre alrededor, pues el riesgo de contaminación es mayor. La poca divulgación de información sobre los riesgos de consumir agua contaminada no permitiría un cambio de actitudes que mejore las condiciones ambientales de la naciente.

Sin embargo, a pesar de que ninguna de las personas consultadas ha recibido capacitación alguna respecto al uso y conservación del agua, una gran mayoría concede una gran importancia al servicio de agua que reciben, no obstante, no tienen la disposición de racionar este recurso de forma significativa pues lo necesitan para sus iniciativas económicas, ósea, que, si bien valoran el recurso natural, valoran más el recurso económico.

El aprovechamiento de agua comunal se realiza mediante la ASADA Tablazo, la cual es un eslabón importante entre el Estado y la comunidad en cuanto a gestión y administración. Su creación fue mediante el AyA, pero su subsistencia depende de que se valore económicamente y de forma honesta los bienes y servicios que brinda el agua, pues esto genera una contraparte económica que financia su operación y mantenimiento a la vez que contribuye a crear conciencia sobre la conservación del recurso.

Esta asociación no ha logrado a la fecha involucrar a su comunidad en la responsabilidad de consumir racionalmente el agua, lo que suprime un paso importante en el proceso de brindar sostenibilidad al recurso, ya que este tipo de alianzas son indispensables para fomentar la conservación del recurso, mediante una justa distribución y un consumo racional del mismo.

En este escenario, existe en esta comunidad, una imperiosa necesidad de encontrar los medios educativos que logren una conciencia ambiental en los abonados, ya que, según Navarro, Araya, Pérez, Moreira & Estrada, (2013), la falta de actividades educativas conlleva a escasez de comportamientos de protección ambiental, lo que dificultaría conformar alianzas con la comunidad para proteger el agua a mediano y largo plazo. En este punto, las charlas de educación ambiental deben fomentar la conciencia ambiental, que continúa en acciones de recuperación ecológica en la naciente.

Por otra parte, las condiciones ambientales del entorno de la naciente son esenciales para su conservación y el área que rodea la naciente, contiene poca cubierta vegetal en altas pendientes, lo que podría convertir la zona en proclive a deslizamientos de terreno. Al respecto, Pérez & Aguilar, (2012), le adjudican al bosque un efecto estabilizador de suelos y mejora en la capacidad de infiltración del mismo, por tanto, es prioritario que en la zona de protección se realicen acciones de reforestación que contrarresten dichas vulnerabilidades.

De hecho, el *Plan general de manejo zona protectora cerros de Escazú* (SINAC, 2015), informa que existe irracional explotación de recursos naturales en toda la zona montañosa donde se encuentra la naciente Chilamate, lo cual se comprobó al observar en el área de estudio, afectaciones progresivas originadas por interacción antrópica; específicamente, por la presión que ejercen las actividades socioeconómicas que son dependientes del recurso, mayormente por la agricultura y la ganadería.

De acuerdo a Sierra, (2011), la eliminación de cubierta vegetal puede reducir la capacidad de infiltración del suelo, lo que afectaría procesos de recarga acuífera necesaria para mantener un caudal hídrico aprovechable. En la zona de protección el suelo encontrado es arcilloso y de baja capacidad de absorción hídrica y en esta situación los sistemas radiculares de las plantas facilitarían la permeabilidad del suelo (sube el nivel freático de la naciente) y reduciría a la vez, la erosión de aguas, que, en caso de estar contaminadas, provocarían finalmente enfermedades en las personas que consumen el recurso.

Un ejemplo de la afirmación anterior, es el hecho de que las prácticas agrícolas alrededor de la naciente concentran agroquímicos, especialmente con exceso de nitratos (NO_3^-). Esto se sustenta en los estudios de Gómez, (2012), acerca de la agricultura orgánica y su baja influencia sobre la ecología de un ecosistema y, con ello, sobre la calidad del agua. En este sentido, es necesario que el Ministerio de Agricultura tenga una mayor incidencia en apoyar el cambio de las prácticas agrícolas hacia otras más orgánicas y amigables con el ambiente.

Esta degradación ambiental genera desequilibrios ecosistémicos que compactan los suelos. Ante lo cual, Chang, (2013), afirma que las zonas deforestadas poseen poca porosidad de suelo y baja capacidad de infiltración hídrica, generando finalmente escorrentía superficial. Por lo anterior, es importante reforestar la zona con especies de amplio sistema radicular, pues las raíces facilitan la infiltración, dirigiendo la recarga de agua hacia el caudal subterráneo, a pesar de que según Chazdon, (2008), este proceso no igualaría la composición de biodiversidad que tenía la cobertura original.

Un agravante de la situación es que dentro de la zona de protección existen especies de árboles maderables que por la cercanía a una población campesina se multiplica su probabilidad de ser deforestadas y como la naciente no tiene definida físicamente su área de protección que le establece la Ley de Aguas N° 276 en su artículo 31, es poco probable que exista un respeto de los propietarios colindantes a impactar dicha zona. Alianzas con estas personas son indispensables para que se implementen prácticas agrícolas amigables con el ambiente y se reduzca el impacto antrópico. No se cumple tampoco con los establecimientos de la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554, sobre recolección, evacuación y disposición final de residuos sólidos. En este aspecto resulta indispensable la participación de actores como grupos ecologistas o voluntarios que participen en campañas de limpieza en la naciente. También se hace necesario un respaldo de la Municipalidad de Acosta y del AyA.

Finalmente, los disturbios que causan problemática en la zona de protección de la naciente generan impacto sobre su ecología, sin embargo, es difícil medirlo, porque de acuerdo a Zafra *et al.*, (2009), la contaminación presente en el agua solamente se evidencia, cuando mediante análisis fisicoquímico, la tasa de contaminantes encontrada excede los niveles permitidos por las instituciones de salud.

En cuanto al aprovechamiento del recurso hídrico que realiza la ASADA Tablazo, se observaron deficiencias, entre ellas sobresale el aprobar concesiones con base en la demanda y no en la oferta real de agua disponible, lo cual elimina posibilidades de racionar y dar sostenibilidad al recurso, pues se explota sin límite de carga. Tampoco se evidencia que exista una gobernabilidad hídrica, tal y como la establece Gentes & Madrigal, (2010), que faculta a dichas instituciones como distribuidor de agua con servicio de alta calidad que cuentan con la estima de la comunidad y disponibilidad de cooperar en requerimientos atinentes. Por ejemplo, en priorizar el agua para consumo humano antes que en actividades productivas.

El acueducto instalado en la naciente incumple algunos aspectos críticos de salubridad en aprovechamiento, tal es el caso de su captación, sobre la cual, el *Programa sello de calidad sanitaria* del AyA, (2015), dicta que debe poseer mallas de protección para impedir el ingreso libre de personas y animales a estas estructuras, lo que potencia un serio riesgo de contaminación de agua e inclusive de vandalismo. Tampoco existe vigilancia sobre toda actividad agrícola cercana y con ello establecer perímetros de seguridad.

Según este programa, el tanque de almacenamiento no debe recibir aguas de la captación sin ningún pretratamiento que evite el paso de sólidos de mayor tamaño; en el caso de la naciente en estudio, esto no se cumple, pues un sarán no es suficiente medida de protección, situación que durante las épocas de lluvias genera agua con turbidez. Asimismo, las reservas de agua en un acueducto deben tener vigilancia, cuidado y control en factores de riesgo como fugas, infiltraciones, contaminaciones y un sistema de respirador en la parte superior. Para ello, su mantenimiento periódico debe sumar limpieza sanitaria en sus alrededores y una malla de protección en el perímetro que restrinja su acceso.

Las evaluaciones de ASADAS que han realizado Gaviria *et al.*, (2016), resumen que la calidad de aprovechamiento hídrico resulta de minimizar la pérdida del recurso y que para ello debe existir una frecuente medición de los aforos en la tubería de salida del tanque a la comunidad y contrarrestarse con los datos de la facturación, determinando si existen pérdidas en las tuberías

de distribución. Sin embargo, la medición periódica de aforos que realiza la ASADA en estudio se reduce al simple registro, lo cual no permite establecer si la naciente posee capacidad de abastecer la demanda futura de agua por aumento de la población y nuevas concesiones.

Estos mismos autores, también plantean que la medición de aforos permite valorar las variaciones de flujo del caudal hídrico y así pronosticar ofertas futuras en épocas de sequía. A la vez que determina los tiempos de retención hidráulica en los tanques de almacenamiento para cuando sea necesario realizar cierres para trabajos en tuberías y otros.

Por su parte, las condiciones físico químicas del agua son indicadores de su potabilidad; al respecto, el *Reglamento para la calidad del agua potable* del Ministerio de Salud, (2015), establece los parámetros que debe tener el agua para la ingesta humana. En la naciente Chilamate el último análisis realizado reflejó que estos se encuentran dentro del nivel que la misma institución considera aceptable.

Al respecto, Sierra, (2011), establece que la ausencia de color aparente indica baja turbidez y que su olor aceptable es indicio de la ausencia de contaminantes (especialmente orgánicos). Al ser su temperatura la típica de la zona en la época del año en que se hizo el análisis, significa que no existe procesos de sedimentación. Según el Ministerio de Salud de nuestro país estos aspectos demuestran que el proceso de tratamiento del agua se realiza de manera correcta y que cuando los valores estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos son admisibles significa que el estado de sanidad de la naciente es bueno.

En resumen, la situación de la naciente en estudio presenta condiciones biofísicas y sanitarias contraproducentes, tal es el caso de: poca cobertura vegetal en altas pendientes, suelo arcilloso de baja absorción hídrica, actividad agrícola cercana, basura y un acueducto antiguo y de malas condiciones higiénicas que no considera racionalidad en su aprovechamiento. Todo este escenario rodeado de una población de baja escolaridad y cultura agropecuaria que depende totalmente del agua para su agricultura de subsistencia y por la cual valoran más el recurso económico que el hídrico.

Por lo anterior, se proyecta una urgente necesidad de asegurar la zona de protección que le establece la ley de nuestro país a las nacientes, sumado a concretar alianzas con los colindantes para que mediante programas de educación ambiental cambien sus prácticas agrícolas hacia otras más amigables con el recurso.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Hallazgos relevantes

La naciente en estudio interactúa constantemente con actividades agrícolas bajo una ideología de poca conciencia ambiental, que la considera de manera meramente utilitaria, por lo que se ve comprometida su sostenibilidad como recurso.

El nivel educativo de la comunidad usuaria de la naciente es básico y desprovisto de capacitación en temas ambientales, lo que podría llevar a comportamientos de consumo y explotación irracional de recursos.

Es indispensable que diversos actores del sector público y privado aporten en iniciativas de búsqueda de ingresos cercanas a la naciente, trabajando en actividades con retribución económica y minimizando la contaminación ambiental (campañas, festivales, ferias etc.).

La titularidad de las tierras donde fluye la naciente no es propiedad de la ASADA que la administra. Esto exige que se establezcan alianzas con los colindantes para evitar tanto su explotación irracional como la degradación del entorno.

El control de contaminación de sus aguas se encuentra legislado en el país, lo que obliga a las ASADAS a fiscalizar su aplicación y faculta a toda persona para realizar denuncias.

En las fuertes pendientes, los suelos arcillosos y sin cobertura vegetal, agudizan los procesos de erosión y escorrentía. La reforestación con especies de buen sistema radicular, puede aumentar la estabilización de pendientes y mejorar la infiltración hídrica del suelo.

Es indispensable para la sanidad de un acueducto que existan mecanismos que impidan el libre acceso de personas y animales a la toma, así como la revisión y mantenimiento periódico de los tanques de almacenamiento para evitar el desperdicio de agua y realizar más pruebas fisicoquímicas al agua.

La medición de aforos permite calcular la oferta de agua de la naciente y, mediante el cotejo contra la facturación del servicio por la ASADA, es posible conocer tanto la sostenibilidad de la disposición del recurso por aumento de la población como calcular posibles fugas de agua.

5.2. Propuestas para la solución del problema planteado

Promover la participación de varios actores del sector público (Municipalidad, Ministerios, Institutos etc.) y la inversión de empresa privada en la conservación del agua y en el uso de prácticas sostenibles. La ASADA Tablazo debe trabajar en conformar estas alianzas.

Capacitar la población de Tablazo acerca de la importancia del recurso hídrico y en conductas de consumo racional. Este proceso debe guiar también hacia la participación ciudadana en procesos de conservación ambiental.

Conformar grupos de voluntarios que realicen tanto campañas de limpieza en la zona de protección como labores de vigilancia, para denunciar cualquier indicio de actividad antrópica.

Tramitar un proceso de expropiación sobre las tierras que se encuentran dentro de la zona de protección de la naciente, además de fiscalizar que no exista ningún aprovechamiento ilegal del recurso hídrico, así como ningún tipo de actividad antrópica.

Reforestar especialmente las pendientes, para facilitar la infiltración del suelo y estabilizar laderas, para minimizar los procesos de erosión y escorrentía que afectan la zona de protección de la naciente. En esta iniciativa es recomendable incluir los actores locales de incidencia.

Realizar un estudio hidrogeológico que establezca el área de recarga acuífera de la naciente y con ello identificar las zonas a proteger por vía legal. Asimismo, se propone establecer alianzas con los agricultores colindantes de dichas zonas; esto para proteger, conservar y recuperar ecosistemas.

Remodelar el acueducto en la naciente, para que cuente con una captación protegida del ingreso de animales y personas y con un tanque de almacenamiento de mayor capacidad.

Realizar mediciones de aforo para calcular la oferta real de agua y cotejarla contra los datos de facturación, para así evitar fugas de agua y pronosticar la capacidad de oferta hídrica a futuro.

Aumentar la frecuencia en los controles del nivel de contaminación del agua en el acueducto mediante pruebas físico-químicas. En este punto, se propone solicitar cooperación tanto al Ministerio de Salud de la zona como al Laboratorio Nacional de Aguas.

Capítulo VI. Propuesta o producto

6.1. Objetivos de la propuesta

Objetivo general:

- Conservar la zona de protección de la naciente Chilamate para dar sostenibilidad al aprovechamiento del recurso

Objetivos específicos:

- Mejorar la ecología de la naciente para reducir su vulnerabilidad ambiental
- Promover la capacitación en temas afines a la importancia y conservación del agua
- Optimizar la administración de la naciente en términos de aprovechamiento y gestión

6.2. Enfoque epistemológico de la propuesta

La Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales es un programa que pertenece a las llamadas Ciencias Naturales y, por tanto, se desarrolla dentro de un paradigma intelectual-social-crítico, en el que se motiva a la construcción continua de conocimiento nuevo mediante la realización de una investigación científica que genere propuestas capaces de provocar una transformación social en cuanto al manejo de los recursos naturales.

6.3. Justificación de la propuesta

Esta propuesta para la conservación de la naciente Chilamate es importante por su naturaleza de guía ejecutora, pues será mediante el principio de reciprocidad que se logrará evidenciar sus avances a partir de las acciones de conservación, manteniendo la flexibilidad de mejorar en cuanto área, frecuencia e intensidad, entre otros, la aplicación de las acciones de la propuesta. Sin embargo, se aclara que antes de cualquier acción que se vaya a realizar, se debe formalizar un consenso entre los involucrados con el recurso, para facilitar el desarrollo de esta propuesta.

6.4. Estructura de la propuesta

Se desarrolla en tres grandes programas, los cuales contienen subprogramas, en los que se describen diversas acciones, las cuales servirán para conservar la naciente en estudio. Los cuadros 1, 2 y 3 que se muestran a continuación detallan el esquema de la propuesta.

CUADRO 1

Programa de conservación naciente Chilamate. Fuente: elaboración propia, 2019.

Programa	Objetivos	Subprograma	Actividades	Responsables	Periodicidad
Programa de conservación	-Conservar las características ecológicas de la naciente	Recuperación	-Reforestar con especies nativas* -Monitorear cambios en cobertura forestal -Inventariar flora y fauna	ASADA Comunidad Centros educativos Voluntarios	Permanente
	-Establecer los mecanismos necesarios para restaurar, proteger y conservar la naciente	Restauración	-Estudiar dinámica ecológica en zona de protección* -Alianzas con agricultores colindantes*	Investigadores ASADA Voluntarios Comunidad	Permanente
	-Mantener monitoreo para prevenir y minimizar amenazas de contaminación	Control	-Vigilar actividades antrópicas en la zona* -Analizar y dar seguimiento todo permiso en la naciente	ASADA Voluntarios	Permanente

Nota: (*) Actividad prioritaria.

CUADRO 2

Programa de Capacitación naciente Chilamate. Fuente: elaboración propia, 2019.

Programa	Objetivos	Subprograma	Actividades	Responsables	Periodicidad
Programa de capacitación	-Promover en la comunidad de la importancia de conservar el agua	Educación ambiental	-Programa educación ambiental (Anexo 10) -Crear senderos en naciente -Promover giras en naciente	ASADA Voluntariados Centros educativos	Permanente
		Acueducto	- Monitorear la demanda de agua contra oferta* -Organizar actividades sobre la importancia del agua -Mantener la potabilidad de agua	ASADA Voluntariados Centros educativos	Permanente
		Formación	-Actualizar el conocimiento acerca de la naciente con investigaciones -Actualizarse de innovaciones en el recurso hídrico -Emprender capacitaciones técnicas del AyA* -Promover investigaciones académicas en la naciente	ASADA AyA Voluntarios	Permanente

Nota: (*) Actividad prioritaria.

CUADRO 3

Programa de Administración naciente Chilamate. Fuente: elaboración propia, 2019.

Programa	Objetivos	Subprograma	Actividades	Responsables	Periodicidad
Programa de administración	-Optimizar la gestión de la naciente	Gestión	-Garantizar acceso equitativo al recurso hídrico	ASADA	Permanente
			- Organizar actividades que lucren para la ASADA	Voluntarios	
			- Capacitar a la ASADA* - Calendarizar planes operativos		
Programa de administración	-Involucrar actores en el mejoramiento de la naciente	Acción comunitaria	-Buscar donaciones pro naciente	ASADA	Permanente
			- Facilitar la participación comunal en el cuidado de la naciente	Voluntariados Comunidad	
	-Monitorear de forma periódica la infraestructura del acueducto	Infraestructura	-Mejorar la captación con requerimientos necesarios* -Acondicionar el tanque de almacenamiento* -Señalizar el perímetro de captación y acumulación*	ASADA AyA Voluntariados	Permanente

Nota: (*) Actividad prioritaria.

6.5. Gestión de riesgos

Con el objetivo de prever la solución de algunos riesgos que puedan surgir durante la implementación de la presente propuesta, se detallan en el cuadro 4, tanto el imprevisto posible, como la alternativa para cada actividad propuesta en los programas del plan general de conservación a la naciente en estudio.

CUADRO 4

Gestión de riesgos propuesta para naciente Chilamate. Fuente: elaboración propia, 2019.

Actividad	Imprevisto	Alternativa
Reforestación con especies nativas	Pocos árboles, arbustos, herbáceas	Utilizar especies exóticas
Inventariar flora y fauna	Presupuesto insuficiente	Buscar un TFG de estudiante
Restaurar ecología	Continuidad de impactos	Sistemas agrosilvopastoriles
Alianzas con agricultores	Resistencia a los acuerdos	Charlas educación ambiental
Supervisar actividades antrópicas	Omisión en denuncias	Registro de fotografía aérea
Analizar todo permiso en naciente	Corrupción o negligencia	Solicitar auditorías al AyA
Monitoreo potabilidad agua	Evidencia de intoxicación	Solicitar investigación al MS
Programa educación ambiental	Poco presupuesto	Pedir apoyo a universidades públicas
Senderos autoguiados en la naciente	No se valoren y utilicen	Ofrecerlos a escuela para giras
Promover giras en naciente	No sea de interés publico	Incluirlos en festival ambiental
Capacitaciones en recurso hídrico	Poca iniciativa de la ASADA	Interesar en sus beneficios
Monitorear la demanda de agua	Exista déficit hídrico	Denegar nuevas solicitudes
Promover investigación	Poca participación	Ayuda en comunidad u ONG
Acceso equitativo al agua	Quejas de abonados	Control de oferta hídrica
Mejoras en acueducto	Falta presupuesto y asesoría	Buscar exoneraciones
Señalizar perímetro de captación	Irrespeto a la demarcación	Denuncias ambientales

Por otra parte, es necesario que la ASADA comprenda la prioridad de algunas actividades necesarias sobre otras, por lo que el siguiente cuadro expone la prioridad de actividades en fases, siendo la primera fase la más prioritaria.

CUADRO 5

Priorización de acciones para nacimiento Chilamate. Fuente: elaboración propia, 2019.

Fase de ejecución	Actividades	Costo total fase
Primera fase	Acceso equitativo al agua	¢1,150,000.00
	Mejoras en acueducto	
	Señalizar captación	
	Monitorear demanda de agua	
	Monitoreo potabilidad agua	
Segunda fase	Reforestación	¢200,000.00
	Estudiar ecología nacimiento	
	Alianzas con agricultores	
	Vigilar actividades antrópicas	
Tercera fase	Programa educación ambiental	¢400,000.00
	Senderos autoguiados	
	Promover giras en nacimiento	
Cuarta fase	Capacitaciones sobre agua	¢250,000.00
	Inventariar flora y fauna	
	Supervisar actvs. antrópicas	
	Analizar permisos en nacimiento	
	Promover investigación	

6.6. Recursos y presupuesto

Los costos aproximados para implementar la propuesta se describen en el cuadro 5 a continuación:

CUADRO 6

Insumos y costos de propuesta para naciente Chilamate. Fuente: elaboración propia, 2019.

Actividad	Insumos	Costos aproximados
Reforestación con especies nativas	Arboles Mano de obra	Donaciones ICE / MAG etc. Voluntariados
Inventariar flora y fauna	Trabajo en campo Viáticos	TFG para estudiante ¢ 40,000.00
Alianzas con agricultores	Reuniones / alimentación	¢60,000.00
Supervisar actividades antrópicas	Viáticos por jornada	¢25,000.00
Monitoreo potabilidad agua	Pruebas fisicoquímicas	Solicitud al MS
Programa educación ambiental	Servicio profesional Alimentación y materiales	¢20,000.00 por charla ¢30,000.00 por charla
Senderos auto guiados en naciente	Materiales construcción Mano de obra	¢200,000.00 exonerados ¢100,000.00
Promover giras en naciente	Publicidad	Redes sociales
Capacitaciones en recurso hídrico	Servicio profesional Viáticos	Solicitar al AyA ¢20,000.00 por sesión
Monitorear demanda de agua	Medición de aforos Cálculos matemáticos	Fontanero ASADA Fiscal ASADA
Promover investigación	Publicidad Hospedaje / alimentación	Redes sociales Voluntariado comunidad
Mejoras en acueducto	Construir captación Mejorar tanque almacén	¢250,000.00 ¢750,000.00
Señalizar perímetro de captación	Materiales construcción Mano de obra	¢200,000.00 exonerados ¢300,000.00
Costo total de propuesta		¢2,000,000.00

6.7. Recomendaciones para implementar propuesta

Acatar toda recomendación que fue planteada dentro de este documento.

Apegarse en la medida de lo posible al orden de prioridades establecidas en el cuadro 5.

Solicitar acompañamiento de un profesional para que asesore el proceso de actividades que estipula el programa.

Publicar y aprobar la presente propuesta en asamblea de abonados con el fin de que reciba aprobación y apoyo así como ser de conocimiento comunal su detalle de operación.

Acompañar la implementación de esta propuesta con un proceso de educación ambiental dirigido a la ASADA Tablazo según el plan establecido en el Anexo 10.

Promover futuras investigaciones que logren medir la eficacia de la implementación de la presente propuesta.

Evaluar al cabo de un año los logros de la implementación de esta propuesta.

Además de la ASADA Tablazo, que otras poblaciones, puedan tener acceso a esta propuesta, para que lo analicen con el apoyo profesional necesario en este campo.

Referencias

- Aguilar, G. y Iza, A. (2009). Gobernanza del Agua en Mesoamérica. Dimensión Ambiental. *Serie de Política y Derecho Ambiental*, (63), 1-38. Recuperado de https://www.iucn.org/downloads/eplp_63_final.pdf
- Aguilar, B. y Segura O. (2016). *Estado del Arte en Metodologías de Valoración de los Servicios Ecosistémicos y el daño Ambiental* [Versión digital]. CINPE, Universidad Nacional: Heredia, Costa Rica. Recuperado de: <http://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13228/Cuaderno%20003-2016%20Segura%20%26%20Aguilar%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Almeida, D. (2009). *Ecología y conservación de la fauna fluvial en el Parque Nacional de Cabañeros: efectos de la degradación del hábitat y de la introducción de especies exóticas*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Amezquita C., Pérez A. y Torres P. (2013). *Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un Plan de Seguridad del Agua*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n21/n21a14.pdf>
- Angulo, L. y Lara, A. (2013). *Gestión de las aguas subterráneas y su aprovechamiento: enfoque específico del sistema empleado para el control legal de la perforación de pozos, en las zonas costeras del cantón de Carrillo, Guanacaste (período 1998-2010)* (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1942). *Ley de Aguas* [Ley 276]. *La Gaceta*, N° 190.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1973). *Ley General de la Salud* [Ley 5395]. *La Gaceta*, N° 22.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1995). *Ley Orgánica del Ambiente* [Ley 7554]. *La Gaceta*, N°215.
- Asís, G. L. (2015). *Manual de Ayuda para la Gestión de Entidades no Lucrativas*. España: Editorial Madrid.
- Astorga, Y. (2009). *Gestión del recurso hídrico y uso del agua*. En Desarrollo humano sostenible en el Decimosexto Informe del Estado de la nación. Recuperado de: http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/016/yami_astorga.pdf
- Ballesteros, M. (2009). *La prestación de los servicios de agua y saneamiento con enfoque de Gestión Integrada de Recurso Hídrico (GIRH) en Costa Rica: Situación y sistematización*

- de algunas experiencias. Recuperado de <http://www.alianzaporelagua.org/documentos/GIRH-Costa-Rica.pdf>
- Ballesteros, M. (2016). *Estrategia conjunta – SINAC, FONAFIFO y Dirección de Agua – para aumentar los ingresos provenientes del Canon de Aprovechamiento de Agua y mejorar las inversiones en las cuencas hidrográficas que generan los recursos*. San José, Costa Rica: SINAC, FONAFIFO y Dirección de Agua.
- Bartram J., Corrales L., Davison A., Deere D., Drury D., Gordon B., Howard G., Rinehold A. y Stevens M. (2009). *Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Blanco, H. (2009). *Identificación de las áreas de recarga hídrica en la parte media-alta de las microcuencas Palo, Marín y San Rafaelito* (Tesis de Maestría). Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.
- Bolaños, J. (2013). Implicaciones del monitoreo periódico de la calidad del agua potable en el cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica. *Revista Intersedes*, XIV(28), 39-53.
- Calvo, G. (2013). Nueva metodología para valorar la calidad de las aguas superficiales para su uso como clase 2 en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 26(2), 9-19. doi: <https://doi.org/10.18845/tm.v26i2.1399>
- Calvo, G. (2015). *Ríos: Fundamentos sobre su Calidad y la Relación con el Entorno Socio ambiental*. San José, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Chang, M. (2013). *Forest Hydrology an Introduction to Water and Forests* (3^{ra} ed.) Estados Unidos: Taylor & Francis Group. Recuperado de: <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Zr60yyHEdVcC&oi=fnd&pg=PP1&dq=forest+hydrology&ots=0jC08FveQq&sig=fMwSEWzdTRZTTC587ceFoiXJ74#v=onepage&q&f=true>
- Chávez, G. (2010). *Los Cerros de Escazú: su flora y fauna*. Recuperado de: <http://paisajimopueblosy jardines.blogspot.com/2010/11/flora-nativa-decosta-rica.html>
- Chazdon, R. L. (2008). Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. *Science*, 320, 1458-1460. Doi: 10.1126/science.1155365
- Dourojeanni, A. (2009). Los desafíos de la gestión integrada de cuencas y recursos hídricos en América Latina y el Caribe. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, 3(8), 1-13.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Forests and water international momentum and action*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/017/i3129e/i3129e.pdf>
- Faustino, J. (2011). *Importancia del Bosque-Agua. Manual Manejo Integrado de Cuencas*. Costa Rica: CATIE.

- Gaviria, L., Pino, M. y Soto, S. (2016a). *Evaluación de la gestión de la ASADA San Pablo, Santa Rosa, Oreamuno, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico*. Recuperado de <http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7006/11%20San%20Pablo.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Gaviria, L., Pino, M. y Soto, S. (2016b). *Evaluación de la gestión de la ASADA Alto Varas, La Isabel, Turrialba, desde una perspectiva del uso sostenible del recurso hídrico*. Recuperado de <http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7024/18%20Alto%20Varas.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Gentes, I., Cárdenas, J. y Sánchez, A. (2009). *Síntesis de la jornada de trabajo "Fortalecimiento del marco regulatorio para las Asadas en Costa Rica"*. Costa Rica: CATIE-IICA.
- Gentes I. y Madrigal, R. (2010). Sostenibilidad para los acueductos comunales en Costa Rica: desafíos pendientes en la gobernabilidad hídrica. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 7, DOI : 10.4000/vertigo.9786
- Gómez, R. (2012). *La agricultura orgánica: los beneficios de un sistema de producción sostenible*. Recuperado de <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/421/DD1214.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, M.F. (2012). *Gobernanza y gestión del recurso hídrico para uso doméstico en dos Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios en el Área de Conservación Tortuguero, Costa Rica* (Tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5^{ta} ed.). México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores.
- Herrera, J. (2017). *XXIII Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2017: Uso y estado de los recursos: recurso hídrico*. Recuperado de <https://estadonacion.or.cr/2017/assets/en-23-2017-book-low.pdf>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2015). *Registro de aprovechamientos de ASADAS dentro de la Zona Protectora Cerros de Escazú*. San José, Costa Rica: AyA.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2015). *Programa sello de calidad sanitaria*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/laboratorio/selloCalidad/SitePages/Documentaci%C3%B3n%20del%20Programa.aspx>

- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2016). *Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017 – 2030*. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/noticias/documents/aya%20pol%C3%ADtica%20nacional%20de%20agua%20potable%20de%20costa%20rica%202017-2030.pdf>
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2011). *Estudio de Cuencas Hidrográficas de Costa Rica: Cuenca del río Parrita*. Recuperado de <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Regionalizaci%C3%B3n+clim%C3%A1tica+de+Costa+Rica>
- Jiménez, R. (2011). La gestión del recurso hídrico y el cambio climático en Costa Rica (2000-2010). *Revista Rupturas*, 1(1), 24-52.
- Madrid, E. (2014). *Descompensación hídrica, vejez y hongos, causas de la caída de los árboles*. Julio 22. Recuperado de http://www.eldiario.es/sociedad/Descompensacionhidrica-hongos-causas-arboles_0_284172218.html
- Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97-111.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (1996). *Ley forestal [Ley 7575]*. *La Gaceta*, N° 72.
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2005). *Decreto No 32529-S-MINAE: Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes*. Recuperado de <https://aresep.go.cr/usuarios/noticias/85-normativa/599-reglamento-de-las-asociaciones-administradoras-de-sistemas-de-acueductos-y-alcantarillados-comunes>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2016). *Canon de aprovechamiento de agua: diez años invirtiendo en recurso hídrico*. Recuperado de <http://www.sinac.go.cr/ES/docu/coop/proy/Version%20final%20documento%20CAA%2008.09.2016.pdf>
- Ministerio de Salud. (2014). *Metodología estandarizada SERSA. Agua para consumo humano. Documento de consulta*. San José, Costa Rica: Ministerio de Salud.
- Ministerio de Salud. (2015). *Reglamento para la calidad de agua potable N° 38924-S*. *La Gaceta*, N° 170. Recuperado de <https://aresep.go.cr/normativa/1749-reglamento-para-la-calidad-del-agua-potable2>
- Mora, D. (2009). *Agua*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Mora, D. (21 de diciembre de 2012). Universalización del agua potable. *La Nación*. Recuperado de http://www.nacion.com/foros/Universalizacion-agua-potable-CostaRica_0_1312668732.html/

- Mora, D. y Barrantes L. (2017). *Sistema de evaluación estimado de la calidad de los servicios de agua potable en Costa Rica*. Tres Ríos, San José, Costa Rica: Laboratorio Nacional de Aguas, Acueductos y Alcantarillados.
- Morales, Á., Mora, D., Vargas, L., Chanto, L., Zamora, P. y Jiménez, O. (2010). *Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Moreno, D., Quintero, J. y López, A. (2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *Contactos* 78, 25-33.
- Navarro, A., Araya, F., Pérez, D., Moreira, C. y Estrada, M. (2013). *Vulnerabilidad de los sistemas de acueductos rurales: cómo identificarla*. *Tecnología en marcha*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/291072361_Vulnerabilidad_de_los_sistemas_de_acueductos_rurales_como_identificarla
- Pérez, R. y Aguilar, A. (2012). *Agricultura y contaminación del agua*. Recuperado de <http://ru.iiec.unam.mx/1885/1/AGRIContAgua-IMPRESI%C3%93N-12-10-2012.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2011). *Atlas del desarrollo humano cantonal de Costa Rica 2011*. San José, Costa Rica: Editorial EUCR.
- Proyecto de Fortalecimiento Municipal y Descentralización (FOMUDE), Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) e Instituto de Formación y Asesoramiento Municipal (IFAM). (2010). *Estudio Estrategia para el Desarrollo del Corredor Biológico en los Cantones del suroeste de San José*. Costa Rica: Consultora Técnica Biofísica AyA.
- Saavedra, C. (2009). *El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales*. Recuperado de <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/ef130746381903e3561dff2525bd91e.pdf>
- Schaaf, A. (2013). Uso de pesticidas y toxicidad: relevamiento en la zona agrícola de San Vicente, Santa Fe, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(2), 323-331. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_serial&pid=2007-0934&lng=es&nrm=iso
- Sierra, C. (2011). *Calidad del Agua: Evaluación y Diagnóstico*. Colombia: Ediciones de la U.
- Sirombra, M. y Mesa, L. (2010). Composición florística y distribución de los bosques ribereños subtropicales andinos del Río Lules, Tucumán, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 499-510.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). (2015). *Plan general de manejo zona protectora cerros de Escazú 2015-2025*. Recuperado de

<http://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACC/Zona%20Protectora%20Cerro%20de%20Escuz%C3%BA%202015-2025.pdf>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2015). *Acueductos comunitarios: una mirada a los administradores locales del agua*. Recuperado de <https://www.iucn.org/es/content/acueductos-comunitarios-una-mirada-los-administradores-locales-del-agua>

Valverde, R. (2013). *Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica*. Recuperado de https://www.academia.edu/12893952/Valverde_R._2013._Disponibilidad_distribuci%C3%B3n_calidad_y_perspectivas_del_agua_en_Costa_Rica._Revista_Ambientales_45_5-12

Veas, N. (2011). *Gestión del agua para consumo humano en la microcuenca del río Purires, Costa Rica* (Tesis de Maestría). CATIE, Costa Rica.

Yuni, J.A y Urbano, C. (2014). *Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación* (2^{da} ed). Argentina: Burbujas.

Zafra, C., Temprano J. y Tejero, I. (2009). Evaluación de la contaminación por escorrentía urbana: sedimentos depositados sobre la superficie de una vía. *Revista Ingeniería e Investigación*, 29(1), 101-108.

Zuleta, D. (2011). *Estrategia de gestión ambiental del suelo, para una zona piloto dentro del área de influencia de recarga del acuífero de Pereira en el corregimiento de tribunas* (Tesis de Maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

Anexos

Anexo 1.

Padrón de abonados ASADA Tablazo

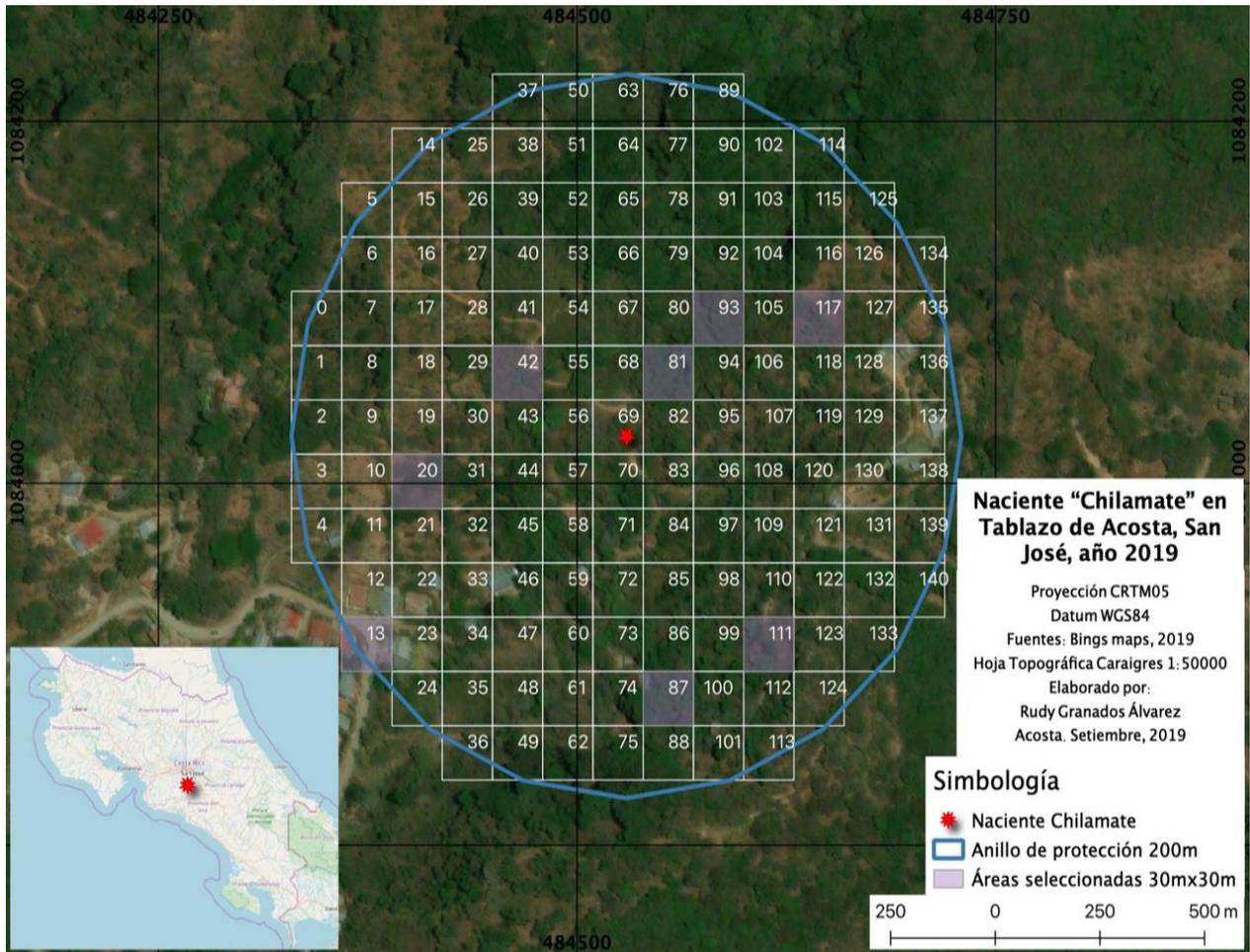
NOMBRE DE ABONADO	
	ARIAS UREÑA MARITZA
	ARIAS UREÑA CARLO MAGNO
ALVAREZ ZAMORA HAROLD	ARIAS UREÑA ERICK
SALAZAR ALVAREZ JOSE ALFREDO	ARIAS ARIAS JOSE LUIS
SALAZAR ALVAREZ CARLOS ALFREDO	UREÑA ARIAS MELBA
GRANADOS ALVAREZ VICTORIA	ALVAREZ CALDERON DANIELA
GRANADOS ALVAREZ SAUL	MONGE MONGE SARA
GRANADOS HIDALGO MELINA	GRANADOS ALVARADO EDUARDO
ARRIETA ACEVEDO CARMEN	SALAZAR CAMPOS JOSE ALEXANDER
GRANADOS ALVAREZ ALINA	BONILLA VINDAS NURIA
BOLANOS SALAZAR KARLEN	UREÑA ALVARADO JUAN R.
GODINEZ MORA MIGUEL ANGEL	CASTRO ARIAS NIEVES
SALAZAR ALVAREZ MARVIN	ARIAS ARIAS MARTHA
SALAZAR ALVAREZ NIDYA	UREÑA ARIAS ELIZABETH
SALAZAR ALVAREZ LENIN	ASOC. DE DESARROLLO TABLAZO
UREÑA ARIAS XINIA	RODRIGUEZ ALVAREZ RONALD
MESEN MORA RONALD	ALVAREZ SALAZAR ETELVIDA
SALAZAR ALVAREZ JORGE #1	BONILLA VINDAS ORLANDO
SALAZAR ALVAREZ MARCO LUIS	MUNOZ CHINCHILLA ANA LORENA
SALAZAR BONILLA ANNY	ARIAS SALAZAR RAFAEL
ALVAREZ GRANADOS RENE	PULPERIA LOS ANGELES-JUAN LUIS
PICADO CASTRO JOSE ALBERTO	ALVARADO MESEN ELIA
SALAZAR GRANADOS MARGARITA	ARIAS ALVARADO ROSIBEL
NARANJO SALAZAR JAIME	ALVAREZ SALAZAR GUILLERMO
FALLAS MORA VERA	GRANADOS ALVAREZ ROSENDO
VALVERDE MONGE MIGUEL	PERAZA NAVARRO ANTONIO
ALVAREZ SALAZAR FERNANDO	SANCHEZ CASTRO ALVARO
ALVAREZ RODRIGUEZ LUIS CARLOS	JUNTA DE EDUCACION TABLAZO
ALVAREZ SALAZAR GREIVIN	ARIAS ALVARADO JOSE ELIECER
ALVAREZ CALDERON MARCIA	FALLAS ROMAN ALBA
ALVAREZ CALDERON ELIAS	CASTRO ARIAS CARMEN RAMON
ALVAREZ RODRIGUEZ OSWALDO	SEGURA CASTRO SAUL (TINO)
CARDENAS MONGE GEOVANNY	SEGURA CASTRO JOSE
ALVAREZ SALAZAR ELIAS	ARIAS CASTRO OLDEMAR
SALAZAR ALVAREZ JORGE #2	MORA CALDERON NESTOR
SALAZAR ALVAREZ FERNELLY	BONILLA VINDAS JOSE MARIA
CALDERON JIMENEZ HAROLD	ARIAS LOPEZ RONNY
GRANADOS CASTRO ANTONIO ENR.	SANCHEZ VALVERDE YOLANDA
UREÑA ARIAS EDWIN	JUNTA PASTORAL TABLAZO ARRIBA
WENDOLYN CHINCHILLA UREÑA	SEGURA ARIAS ADITA

CASTRO ARIAS MARIA DEL CARMEN	MUÑOZ ALFARO ALCIDES	ARIAS ALVAREZ FERNANDO #2
MESEN MORA PATRICIA	LOPEZ CAMPOS PRISCILLA	BALLESTERO QUESADA ERICK
RODRIGUEZ AZOFEIFA HILDA	LOPEZ MENA JOSE ANTONIO	ULATE ROMAN YESERLYN
VALVERDE SABORIO JOHANNA	CAMPOS PRADO JOSE RAMON	AGUERO CHINCHILLA MARVIN
ARIAS ALVAREZ GERARDO	SEGURA UGALDE EMIS GRACE	MESEN JIMENEZ MARIANA
ARIAS ALVAREZ FERNANDO #1	SEGURA UGALDE EMMANUEL	SEGURA PADILLA JORGE
ARIAS ALVAREZ RAFAEL ESTEBAN	BADILLA JIMENEZ VICTOR	GRANADOS ALVARADO FELIPE
SANCHEZ CORRALES ZENEN	MASIS GARCIA MARIA	SALAZAR RODRIGUEZ OLDEMAR
ARIAS CASTRO NEFTALI	BONILLA MORA MAURICIO (HAB)	SALAZAR RODRIGUEZ JOSE
GRANADOS ALVARADO JOAQUIN	BONILLA PADILLA MAUREEN	SALAZAR GRANADOS NERY
GRANADOS ARIAS ZEIDY	MORA ABARCA ANA LORENA	SEGURA GARRO ALBERTINA
GRANADOS ARIAS LIDIETH	CHAVES CHAVES ANA	BONILLA MORA MAURICIO #2
SALAZAR RODRIGUEZ OSCAR (BAR)	CORRALES MORALES MARIA ELENA	BONILLA CHAVARRIA VICTOR (HAB)
CARRANZA GONZALEZ GRETTEL	CHAVES PIEDRA ROMUALDO	JIMENEZ VARGAS JESUS
ESTRADA BONILLA JOSE LUIS	DIAZ MURCIA EVELIO	RODRIGUEZ RODRIGUEZ MAGALY
SEGURA CASTRO SAUL #2	CHAVES CHAVES FERNELLY	ELIZONDO RODRIGUEZ YAMILETH
GRANADOS VALVERDE SELMA	CHAVES CHAVES MARJORIE	ARAYA RIOS ALFREDO
GRANADOS VALVERDE MAYELA	PADILLA MORA MARIA ELIETH	VARGAS VARGAS ANA BELEN
CHINCHILLA UREÑA VANESSA	SEGURA ARIAS MARCOS (HAB)	UREÑA ARIAS CLAUDIA
MURCIA RIOS MA. AUXILIADORA	CAMPOS PRADO CECILIA	RODRIGUEZ UREÑA CAROLINA
GRANADOS SALAZAR MAURICIO #1	ARAYA RIOS MARGARITA	MORA MORA EDUARDO
GRANADOS SALAZAR MAURICIO #2	RIOS MUÑOZ RITA	PADILLA MONGE MARIA MAYELA
MORA QUESADA ROGER	RIOS CHINCHILLA LUIS	RODRIGUEZ RODRIGUEZ CARMEN MA.
SALAZAR RODRIGUEZ JUAN LUIS	RIOS MUÑOZ CARLOS	BONILLA VINDAS NELSON
MADRIGAL ALVAREZ EVELYN	SEGURA ARIAS EDUARDO	MURILLO ALPIZAR GUSTAVO
UREÑA ARIAS LUIS FERNANDO	MORA PADILLA MARGORY	CHINCHILLA UREÑA GIOVANNI
ARAYA ARIAS ANTONIO	MORA PADILLA OLGA	BONILLA MORA ADRIAN
ALVAREZ SALAZAR GLORIA	CALDERON ALFARO NELSON	SALAZAR GRANADOS MIGUEL
SALAZAR RODRIGUEZ OSCAR	MORA MORA ESTEBAN	LUIS ADOLFO SALAZAR RODRIGUEZ
CRUZ FALLAS HENRY	RODRIGUEZ SOLANO MARIO	MESEN ARIAS JUAN BAUTISTA
CRUZ PICADO RAMON EFRAIN	PADILLA MONGE RAUL	SALAZAR ALVAREZ ARNULFO #1
SALAZAR RODRIGUEZ OSCAR (COYOL)	PADILLA RAMIREZ JENNY	SALAZAR ALVAREZ ARNULFO #2
CRUZ FALLAS KATHERINE	MUÑOZ JIMENEZ MARCO TULIO	TORRES RETANA MARIA TRINIDAD
CASTRO RODRIGUEZ ISIDRO	JIMENEZ ABARCA EIDA	MESEN SEQUEIRA VICTOR
CASTRO RODRIGUEZ ISIDRO (EVELYN)	MONGE RIOS ARELYS	RODRIGUEZ VALVERDE ROSAURA
ARAYA ARAYA LUIS	MONGE RIOS MARISOL	RODRIGUEZ VALVERDE ROSEMARY
GRANADOS CHINCHILLA ROSA IRENE	MONGE BADILLA ISIDRO	RICARDO RODRIGUEZ VALVERDE
SALAZAR RODRIGUEZ OSCAR (HAB)	MONGE RIOS WILSON	MA. DEL SOCORRO VALVERDE ALVAR
SALAZAR SEGURA JOHANNA	PADILLA DIAZ ELSA	FRANCISCO CALDERON FALLAS
CHINCHILLACRUZ GONZALO	PADILLA MORALES ARCELIO (HIJO)	MUÑOZ CHINCHILLA RAMIRO

ARIAS ALVAREZ FERNANDO #2	MURILLO CALDERON ALEXIS
BALLESTERO QUESADA ERICK	MORA GARRO BELCEBI
ULATE ROMAN YESERLYN	MORA GARRO LIBRADO
AGUERO CHINCHILLA MARVIN	ODALI MORA ABARCA
MESEN JIMENEZ MARIANA	MORA ABARCA JUAN
SEGURA PADILLA JORGE	DIAZ MORA ROXANA
GRANADOS ALVARADO FELIPE	MORA MORA TERESA
SALAZAR RODRIGUEZ OLDEMAR	SANCHEZ ARAYA LILLIAM
SALAZAR RODRIGUEZ JOSE	JUNTA PASTORAL TABLAZO ABAJO
SALAZAR GRANADOS NERY	SANCHEZ SANCHEZ RAFAEL
SEGURA GARRO ALBERTINA	SANCHEZ ARAYA RAFAEL
BONILLA MORA MAURICIO #2	HIDALGO CALDERON EZEQUIEL
BONILLA CHAVARRIA VICTOR (HAB)	RIOS MUÑOZ DANILO
JIMENEZ VARGAS JESUS	ASOC. DE DESARROLLO SAN GERARD
RODRIGUEZ RODRIGUEZ MAGALY	PRADO CORRALES ORLANDO
ELIZONDO RODRIGUEZ YAMILETH	ABARCA CHAVES DIANA
ARAYA RIOS ALFREDO	PADILLA MONGE EDGAR
VARGAS VARGAS ANA BELEN	PADILLA FALLAS ANA LUCIA
UREÑA ARIAS CLAUDIA	PRADO PADILLA AZUCENA
RODRIGUEZ UREÑA CAROLINA	PRADO ZUÑIGA ELICINIO
MORA MORA EDUARDO	PRADO PADILLA EDUARDO
PADILLA MONGE MARIA MAYELA	MORA PRADO IRENE
RODRIGUEZ RODRIGUEZ CARMEN MA.	MORA MORA LUIS ALBERTO
BONILLA VINDAS NELSON	MONGE BADILLA JUAN JOSE #1
MURILLO ALPIZAR GUSTAVO	MONGE BADILLA JUAN JOSE #2
CHINCHILLA UREÑA GIOVANNI	MONGE BADILLA JESUS
BONILLA MORA ADRIAN	MORA MONGE JULIA
SALAZAR GRANADOS MIGUEL	BADILLA ZUMBADO CECILIA
LUIS ADOLFO SALAZAR RODRIGUEZ	MONGE MORA ERICKA
MESEN ARIAS JUAN BAUTISTA	DIAZ ARIAS MARIA ELENA
SALAZAR ALVAREZ ARNULFO #1	
SALAZAR ALVAREZ ARNULFO #2	
TORRES RETANA MARIA TRINIDAD	
MESEN SEQUEIRA VICTOR	
RODRIGUEZ VALVERDE ROSAURA	
RODRIGUEZ VALVERDE ROSEMARY	
RICARDO RODRIGUEZ VALVERDE	
MA. DEL SOCORRO VALVERDE ALVAR	
FRANCISCO CALDERON FALLAS	
MUÑOZ CHINCHILLA RAMIRO	

Anexo 2.

Muestreo de parcelas en zona de protección



Anexo 3.

ENCUESTA DE OPINIÓN: CONSERVACION PARA LA NACIENTE CHILAMATE

Sexo: _____

Grado académico: _____

Edad: _____

Profesión: _____

1. Ha recibido usted algún tipo de charla o taller respecto a la conservación del agua?

(1) SI _____ (0) NO _____ NS/NR ()

2. ¿Qué nivel de importancia le asigna usted al servicio de agua en Tablazo de Acosta?

(3) Bastante importante ___ (2) Medianamente importante ___ (1) Poco importante ___ NS/NR ()

3. ¿Cómo califica usted la calidad del servicio de agua que brinda la ASADA de Tablazo?

(5) Excelente ___ (4) Muy bueno ___ (3) Bueno ___ (2) Regular ___ (1) Malo ___ NS/NR ()

4. ¿Ahorra usted agua cerrando la llave mientras no usa el recurso, durante todo el día?

(2) SI _____ (0) NO _____ NS/NR ()

5. ¿Consideraría la posibilidad de pagar mayor mensualidad para que la ASADA Tablazo mejore la gestión del agua?

(1) SI _____ (0) NO _____ NS/NR ()

6. ¿Estaría Ud. dispuesto(a) a racionar el uso de agua mediante cualquier forma que solicite la ASADA Tablazo?

(1) SI _____ (0) NO _____ NS/NR ()

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 4.

Formularios SERSA

Ficha de campo SERSA 2: Captación de naciente "Chilamate". Fuente: el autor.

Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/10/2019)		
Identificación de factores de riesgo en la toma de agua superficial	Sí	No
1. ¿Está la naciente sin cerca de protección que impida el acceso de personas y animales a la captación? (crítica)	X	
2. ¿Está la captación de la naciente desprotegida abierta a la contaminación ambiental? ¿Sin tapa o sin tanque de captación?		X
3. ¿Está la tapa de captación construida en condiciones no sanitarias?	X	
4. ¿Están las paredes y las losas superior e inferior de la captación con grietas? (crítica)	X	
5. ¿Se carece de canales para desviar el agua de escorrentía? (crítica)	X	
6. ¿Carece la captación de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección?	X	
7. ¿Se encuentran plantas (raíces, hojas, algas y otros) dentro de la captación de la naciente?	X	
8. ¿Existen aguas estancadas sobre o alrededor de la captación? (crítica)		X
9. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor de la captación? (Observar si aproximadamente a 200 metros a la redonda existen letrinas, animales, viviendas, basura)	X	
10. ¿Se encuentra la captación ubicada en zonas con actividad agrícola o industrial? (crítica)	X	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	8	2
Nivel de riesgo identificado (Nulo=0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)	Muy alto	

Ficha de campo SERSA 3: Tanque de almacenamiento naciente "Chilamate". Fuente: el autor.

Diagnóstico de la Infraestructura (Fecha de Visita: 13/10/2019)		
Identificación de factores de riesgo en un tanque de almacenamiento	Sí	No
1. ¿Están las paredes agrietadas o herrumbradas (metálico)? (crítica)		X
2. ¿Están las tapas del tanque de almacenamiento, construida en condiciones no sanitarias? (crítica)	X	
3. ¿Carece de borde de cemento alrededor del tanque (menor a 1 metro) y la estructura externa de mantenimiento? (Pintura, limpieza: libre de hojas, musgo, ramas, otros)		X
4. ¿Está ausente o fuera de operación el sistema de cloración?		X
5. ¿Está el nivel del agua menor que 1/4 del volumen del tanque y las escaleras internas herrumbradas?		X
6. ¿Existen sedimentos, algas u hongos dentro del tanque?	X	
7. ¿Está ausente o defectuosa la malla de protección?	X	
8. ¿Carece la tapa de un sistema seguro de cierre?		X
9. ¿Carece el tanque de respiraderos o tubería de rebalse con rejilla de protección? (crítica)	X	
10. ¿Existe alguna fuente de contaminación alrededor del tanque (letrinas, animales, viviendas, basura, actividad agrícola o industrial)? (crítica)	X	
TOTAL FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS (total de "sí")	5	5
Nivel de riesgo identificado (Nulo 0; Bajo 1-2; Intermedio 3-4; Alto 5-7; Muy alto 8-10)		Alto

Anexo 5.

Contexto socioeconómico naciente

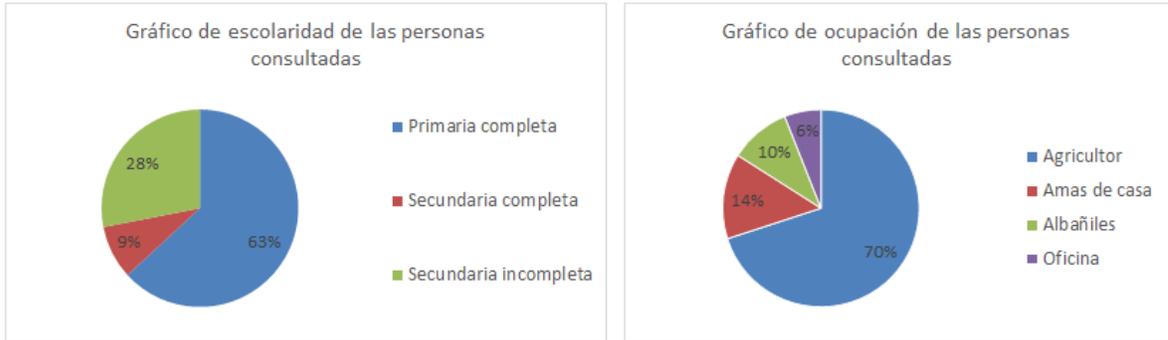


Figura 1. Escolaridad y ocupación de comunidad adyacente a naciente Chilamate.

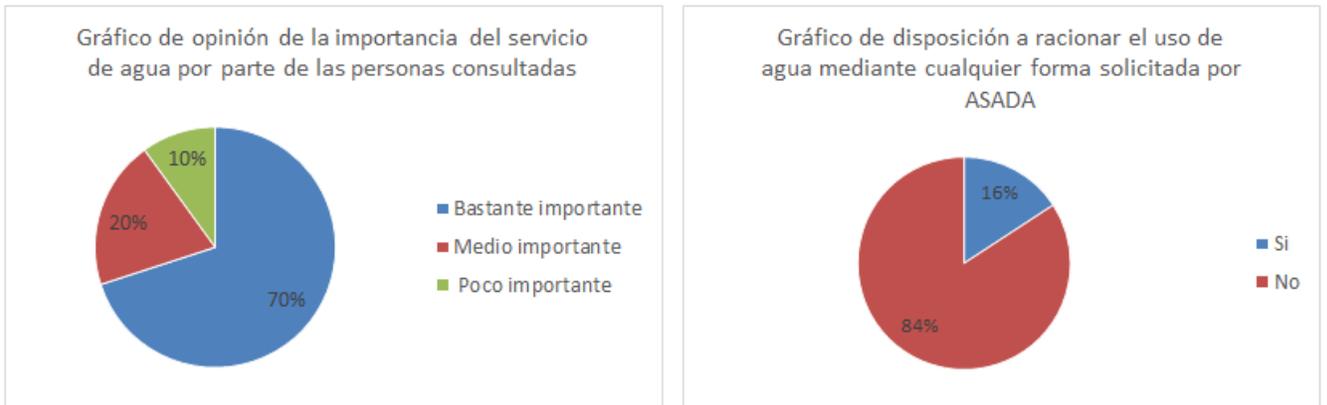


Figura 2. Opinión sobre la importancia del recurso hídrico y su disposición a racionarlo.



Figura 3. Opinión de calidad de servicio de agua y disposición a pagar más por servicio.

Anexo 6.

Mediciones en parcelas de zona de protección naciente

N° Parcela	Cobertura vegetal (% de bosque)	Especies presentes	Cantidad presente	Grado de pendiente	Actividad antropogénica
93	10 árboles= 100%	<i>Quercus sp.</i>	10	15°	Basura Cafetal Estañones
13	0 árboles= 0%	-	-	10°	Casas Basura Aguas servidas
87	5 árboles= 85%	<i>Quercus sp.</i> <i>Clethra sp.</i>	2 1	45°	Deforestación Quema
42	7 árboles= 100%	<i>Inga edulis</i> Mart. <i>Erythrina poeppigiana</i> O.F. Cook <i>Myrsine coriacea</i> Roem. & Schult. <i>Croton draco</i> Schldl. & Cham.	3 2 1 1	35°	Deforestación
177	2 árboles= 33%	<i>Diphysa americana</i> Mill.	1	80°	Actividad maderera
81	15 árboles= 100%	<i>Quercus sp.</i>	15	60°	-
111	3 árboles= 50%	<i>Cecropia peltata</i> L.	2	20°	Cultivos Riego artificial
20	4 árboles= 66%	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	4	30°	Basura

Velocidad de infiltración de suelo en parcelas

N° Parcela	Hora inicial	Hora final	Lectura inicial	Lectura final	Diferencia
93	7:00	7:30	*0 cm	09 cm	09 cm
	7:30	8:00	09 cm	17 cm	08 cm
	8:00	8:30	17 cm	23 cm	07 cm
	8:30	9:00	23 cm	30 cm	07 cm
	9:00	9:30	*0 cm	10 cm	05 cm
	9:30	10:00	10 cm	19 cm	09 cm
	10:00	10:30	19 cm	28 cm	09 cm
13	7:00	7:30	*0 cm	07 cm	07 cm
	7:30	8:00	07 cm	14 cm	07 cm
	8:00	8:30	14 cm	22 cm	08 cm
	8:30	9:00	22 cm	27 cm	05 cm
	9:00	9:30	*0 cm	05 cm	05 cm
	9:30	10:00	05 cm	12 cm	07 cm
	10:00	10:30	12 cm	19 cm	07 cm
87	7:00	7:30	*0 cm	07 cm	07 cm
	7:30	8:00	07 cm	15 cm	08 cm
	8:00	8:30	15 cm	22 cm	07 cm
	8:30	9:00	22 cm	28 cm	06 cm
	9:00	9:30	*0 cm	06 cm	06 cm
	9:30	10:00	06 cm	14 cm	08 cm
	10:00	10:30	22 cm	30 cm	08 cm
42	7:00	7:30	*0 cm	10 cm	10 cm
	7:30	8:00	10 cm	19 cm	09 cm
	8:00	8:30	19 cm	28 cm	09 cm
	8:30	9:00	*0 cm	08 cm	08 cm
	9:00	9:30	08 cm	18 cm	10 cm
	9:30	10:00	18 cm	27 cm	09 cm
	10:00	10:30	*0 cm	09 cm	09 cm
117	7:00	7:30	*0 cm	06 cm	06 cm
	7:30	8:00	06 cm	14 cm	08 cm
	8:00	8:30	14 cm	21 cm	07 cm
	8:30	9:00	21 cm	26 cm	07 cm
	9:00	9:30	*0 cm	06 cm	05 cm
	9:30	10:00	06 cm	12 cm	06 cm
	10:00	10:30	12 cm	18 cm	06 cm
81	7:00	7:30	*0 cm	07 cm	07 cm
	7:30	8:00	07 cm	15 cm	08 cm
	8:00	8:30	15 cm	22 cm	07 cm
	8:30	9:00	22 cm	28 cm	06 cm
	9:00	9:30	*0 cm	06 cm	06 cm
	9:30	10:00	06 cm	14 cm	08 cm
	10:00	10:30	22 cm	30 cm	08 cm
111	7:00	7:30	*0 cm	09 cm	09 cm
	7:30	8:00	09 cm	19 cm	10 cm
	8:00	8:30	19 cm	29 cm	10 cm
	8:30	9:00	*0 cm	10 cm	10 cm
	9:00	9:30	10 cm	20 cm	10 cm
	9:30	10:00	20 cm	29 cm	09 cm
	10:00	10:30	*0 cm	09 cm	09 cm
20	7:00	7:30	*0 cm	09 cm	09 cm
	7:30	8:00	09 cm	18 cm	09 cm
	8:00	8:30	18 cm	25 cm	07 cm
	8:30	9:00	*0 cm	09 cm	09 cm
	9:00	9:30	09 cm	17 cm	08 cm
	9:30	10:00	17 cm	25 cm	08 cm
	10:00	10:30	*0 cm	08 cm	08 cm

* Se rellena el agujero de agua

Anexo 7.

Fotografías en zona de protección naciente



Foto 1: Aguas servidas. Fuente: autor



Foto 2: Residuos sólidos. Fuente: autor



Foto 3: Agroquímicos. Fuente: autor

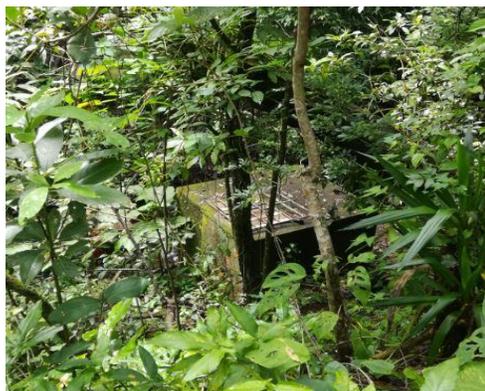


Foto 4: Tanques ilegales. Fuente: autor



Foto 5: Captación naciente. Fuente: autor



Foto 6: Tanque almacenamiento. Fuente: autor

Anexo 8.

Medición de aforos en naciente Chilamate. Fuente: el autor.

Naciente	Fecha de medición	Aforo en lts / segundo
Chilamate	01 de marzo 2019	3,33568
Chilamate	15 de marzo 2019	3,58659
Chilamate	01 de abril 2019	3,87894
Chilamate	15 de abril 2019	3,96902
Chilamate	01 de mayo 2019	4,11646
Chilamate	15 de mayo 2019	4,11596
Chilamate	01 de setiembre 2019	4,28090
Chilamate	15 de setiembre 2019	4,30950
Chilamate	01 de octubre 2019	4,32893
Chilamate	15 de octubre 2019	4,32497

Análisis fisicoquímico de agua naciente



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS
AYA-ID-00117-2018

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago
Teléfono: (506) 279-5118
Fax: (506) 279 5973
em ail: d.mora@aya.go.cr



DATOS DE LA MUESTRA

Ciente:	Acueductos Rurales en Sello de Calidad Sanitaria			Proc. muestreo	AYA-PT-019-6
Contacto:				Muestreado por	Monge Piedra Lui
SISTEMA:	SAN VICENTE DE TABLAZO			Fecha de muestreo	18-ene-18
				Fecha de ingreso :	18-ene-18
Muestreo:	RED 1			Fecha de Reporte:	25-ene-18
Dirección:	SR. RAFAEL ARIAS SALAZAR			Inicio Análisis MIC:	
				Teléfono:	
PROVINCIA:	San Jose	CANTON:	ACOSTA	Tipo de muestra:	Agua
e-mail:		Fax:		Hora de recolección:	10:18

DETALLE REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.A.	V.MAX
Alcalinidad	*	137	mg/L	1,0	2,0	3,0	2320		
Aluminio	*	26,0	µg/L	1,0	1,0	4,0	3125 B	0,05	200
Amonio	*	N.D.	mg/L	0,10	0,1	0,15	4500-NH3		5
Antimonio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		10
Arsénico	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		3
Cadmio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,30	3125 B		
Calcio	*	34,1	mg/L	1,0	1,5	2,0	3500-Ca B	100	
Cloro Residual Libre	*	0,18	mg/L	0,02	0,02	0,05	4500-Cl G	0,3	0,6
Cloruros	*	1,93	mg/L	0,49	0,81	1,10	4110B Cro	25	250
Cobre	*	D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B	1000	2000
Color Aparente	*	N.D.	UPt-Co	1,0	2,0	4,0	2120 C	5	15
Conductividad	*	271	µS/cm	1,0	2	4	2510	400	
Cromo	*	D.	µg/L	0,10	0,50	1,60	3125 B		50
Dureza de Calcio	*	85	mg/L	1,0	2,0	3,0	3500-Ca D		
Dureza Total	*	130	mg/L	1,0	2,0	4,0	2340 C	300	400
Fluoruros	*	0,12	mg/L	0,027	0,055	0,100	4110B Cro		0,7-1,5
Fosfatos	*	N.D.	mg/L	0,32	0,40	0,70	4110B Cro		
Hierro	*	62,2	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		300
Magnesio	*	10,8	mg/L	0,10	0,50	1,0	3500 B	30	50
Manganeso	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B	100	500
Mercurio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,11	0,15	3125 B		1
Niquel	*	N.D.	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		20
Nitratos	*	5,75	mg/L	0,53	0,75	1,80	4110B Cro		50
Nitritos	*	N.D.	mg/L	0,026	0,060	0,10	4110B Cro		0,1
Olor	**	Aceptable		N.A.	N.A.	N.A.	2150 B	Aceptable	Aceptable
pH	*	7,44		0,10	0,10	0,20	4500-H+	6,0-8,0	
Plomo	*	D.	µg/L	0,10	0,20	0,50	3125 B		10

Página 1 de 2	Rige: 16/01/17 AYA	Aprobado por: Dr. Darner Mora Alvarado
---------------	-----------------------	---



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

AYA-ID-00117-2018

INFORME DE RESULTADOS

AYA-FPT-011B

Tres Ríos, Cartago
Teléfono: (506) 279-5118
Fax: (506) 279-5973
email: dmora@aya.go.cr



Laboratorio de Ensayo
Alcance de Acreditación N°: LE-049
Acreditado a partir de: 11.02.2008

Alcance disponible en www.eca.or.cr

PARAMETRO	E	RESULTADO	UNIDADES	INCERT	LD	LC	METODO	V.A.	V.MAX
Potasio	*	N.D.	mg/L	0,80	1,0	1,5	3500-K B		10
Selenio	*	N.D.	µg/L	0,10	0,20	0,70	3125B		10
Sodio	*	7,2	mg/L	1,9	2,0	2,5	3500-Na B	25	200
Sulfatos	*	3,43	mg/L	0,79	0,81	1,30	4110B Cro	25	250
Temperatura	*	21,8	°C	0,10			2550 B	18 a 30) °C	
Turbiedad	*	0,68	UNT	0,10	0,12	0,15	2130 B	<1	5
Zinc	*	19,5	µg/L	1,0	2,0	3,0	3125 B		3000

INCERT: Corresponde a la Incertidumbre expandida k=2 para un 95% de confianza

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

METODO: Corresponde al código del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

N.D.: No detectable bajo el límite de detección

D.: Detectable pero no cuantificable

* Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

** Ensayo no acreditado

Condiciones Ambientales:

Acueducto en malas condiciones sanitarias. Tiempo nublado con lluvia.

Observaciones:

Las determinaciones efectuadas, cumplen con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S.

Se prohíbe la reproducción de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Laboratorio

Licda. Azucena Urbina Campos
Jefe del Laboratorio Química

Página 2 de 2

Rige: 16/01/17
AYA

Aprobado por:
Dr. Darner Mora Alvarado

Anexo 10

Plan de educación ambiental para ASADA Tablazo

Como parte del proceso de gestión de la naciente en estudio se plantea que los integrantes de la ASADA se capaciten en un plan de educación ambiental programado para un año.

El mismo consta de seis charlas quincenales por trimestre durante un año, impartido por un profesional en el tema y dirigido que se amplíe el conocimiento ambiental de esta asociación sobre el recurso hídrico.

Los trimestres abarcan las temáticas afines al recurso del agua de la siguiente manera:

Modulo	Periodo	Temáticas
1	Primer trimestre	Generalidades del agua Importancia del agua Aprovechamiento del agua
2	Segundo trimestre	Relaciones del agua Ciclo del agua Agua y ambiente
3	Tercer trimestre	Situación actual del agua Contaminación del agua Déficit hídrico
4	Cuarto trimestre	Ética hacia el agua Gestión del agua Calidad del agua

Aval filológico

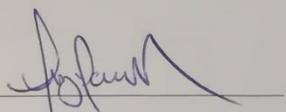
San José, 12 de febrero de 2020

Sres.
Sistema de Estudios de Posgrado
Universidad Estatal a Distancia

Por este medio yo, Liza Gabriela Pacheco Miranda, mayor, casada, filóloga, incorporada a COLYPRO con el número de carné 58204, vecina de La Unión, Cartago, portadora de la cédula de identidad 112910203, hago constar:

1. Que he revisado el documento titulado **“Estrategia de conservación para la zona de protección de la naciente Chilamate en Tablazo de Acosta”**, presentado en cumplimiento del requisito para optar por el título de Magíster en Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Gestión Ambiental, elaborado por el estudiante Rudy Granados Álvarez, cédula 1-1098-0528.
2. Que se le han hecho las correcciones pertinentes en acentuación, ortografía, puntuación, concordancia gramatical y otras del campo filológico. En cuanto a revisión de aspectos de fondo; es decir, contenido, originalidad y veracidad, esta es responsabilidad exclusiva del autor y sus tutores.

En espera de que mi participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Estatal a Distancia, se suscribe atentamente:



Liza Gabriela Pacheco Miranda
Licenciada en Filología Española
Carné No. 58204