



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA
MICROCUCENCA DEL RÍO GUANO EN EL FORTALECIMIENTO
DE SU GESTIÓN Y POLÍTICA COMUNITARIA.**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el título de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORAS: JEHNNYFER YOLANDA VALLEJO GUERRERO

DANIELA MERCEDES CARTAGENA AGUAYO

DIRECTORA: ING. SOFÍA CAROLINA GODOY PONCE

RIOBAMBA - ECUADOR

2019

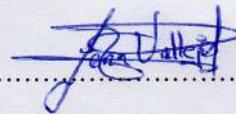
©2019, Jehnnyfer Yolanda Vallejo Guerrero, Daniela Mercedes Cartagena Aguayo.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotras, Jehnnyfer Yolanda Vallejo Guerrero y Daniela Mercedes Cartagena Aguayo declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 25 de Julio del 2019



.....
Jehnnyfer Yolanda Vallejo Guerrero

C.I. 060412356-2



.....
Daniela Mercedes Cartagena Aguayo

C.I. 060427361-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación **“EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUANO EN EL FORTALECIMIENTO DE SU GESTIÓN Y POLÍTICA COMUNITARIA** “de responsabilidad de las señoritas Jehnyfer Yolanda Vallejo Guerrero y Daniela Mercedes Cartagena Aguayo, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

	Firma	Fecha
Ing. Juan Carlos González García PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2019-07-25
Ing. Sofía Carolina Godoy Ponce DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 _____	2019-07-25
Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 _____	2019-07-25

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente a Dios quien me guio por el camino correcto y me dio fuerzas para no rendirme ante los obstáculos que se presentaron en mi vida.

A mis padres, quienes siempre me apoyaron y alentaron para seguir luchando por mis objetivos en la vida, dándome sus consejos y opiniones para ser mejor cada día.

A mis hermanos, que con su cariño y alegría me ayudaron a no dejarme vencer en los momentos de dificultad y con sus bromas y travesuras me ayudaron a buscar siempre el lado positivo a todo.

A mi familia y amigos quienes son parte fundamental en mi vida ya que siempre estuvieron involucrados a lo largo de este proceso con palabras de aliento y cariño.

Finalmente, quiero dedicarle este trabajo a Bryan Eduardo quien en todo momento me apoyo con su amor y paciencia para culminar de la mejor manera una etapa más en mi vida, me escuchó y aconsejó, así como también supo brindarme tiempo y ayuda en los momentos claves del camino.

Jehnnnyfer Yolanda Vallejo Guerrero

Quiero dedicar este trabajo a Dios y a la Virgen Dolorosa por guiarme toda mi vida, por mostrarme el camino que debo seguir, por ayudarme a superar cada uno de los obstáculos que me han servido como experiencias y retos a lo largo de mi vida estudiantil.

A mis padres por apoyarme incondicionalmente en todo el trayecto de mi vida, brindarme sus consejos y demostrándome cada día su amor.

A mi hermana por forjar mi carácter, y siempre sacar una sonrisa en mis tiempos de debilidad con sus ocurrencias.

A mi querida abuelita Zoilita que siempre está presente con sus consejos y amor para encaminar a cada uno de sus nietos.

A toda mi familia su unión y ver en ellos un ejemplo de superación.

A todos mis amigos tanto del colegio como de la carrera, por darnos una mano, un consejo, un abrazo, una palabra de aliento en momentos difíciles.

Y quiero terminar agradeciendo a Manu por estar conmigo en cada una de mis decisiones, aconsejándome, en especial por su amor y su paciencia.

Daniela Mercedes Cartagena Aguayo

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento está dirigido para los docentes quienes nos guiaron y supieron transmitir sus conocimientos, ayudándonos a culminar una etapa muy importante en nuestras vidas.

De igual manera, queremos agradecer a nuestra tutora la Ing. Sofía Godoy por el tiempo y consejos invertidos en nosotras durante todo el proceso, a la Dra. Magdy Echeverría nuestra asesora, a GIDAC por su asesoramiento y a todas las personas que nos ayudaron a lo largo del camino de manera desinteresada y sincera para lograr finalizar nuestro trabajo de titulación.

Jehnyfer & Daniela

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1	Antecedentes	4
1.2	Marco Conceptual	5
1.2.1	Balance hídrico para el cálculo de la huella hídrica	5
1.2.1.1	Ecuación de balance hídrico	6
1.2.1.2	Oferta hídrica	6
1.2.1.3	Demanda Hídrica	7
1.2.2	Cuencas hidrográficas y huella hídrica	7
1.2.2.1	Cuenca hidrográfica	7
1.2.2.2	Principales microcuencas de la provincia de Chimborazo.....	8
1.2.3	Huella hídrica	9
1.2.3.1	Evaluación de la huella hídrica	9
1.2.3.2	Componentes de la huella hídrica	9
1.2.4	Sostenibilidad del recurso hídrico	10
1.2.4.1	Sostenibilidad de la huella hídrica	10
1.2.5	Gestión comunitaria y política pública para la evaluación de la huella hídrica	10
1.3	Instituciones necesarias para el estudio de la Huella Hídrica	11
1.4	Planes de Desarrollo y políticas comunitarias	12

CAPÍTULO II

2.	METODOLOGÍA	23
2.1	Contabilidad de la huella hídrica de la microcuenca del Río Guano	23
2.1.1	Levantamiento de información base	23
2.1.2	Identificación de puntos de monitoreo	24
2.1.2.1	Selección de la muestra.....	24
2.1.2.2	Muestreo de agua	25

2.1.2.3	Parámetros medidos in situ	26
2.1.2.4	Requerimientos para el software Cropwat 8.0	28
2.1.3	Cálculo de la huella Hídrica por sectores.....	30
2.1.3.1	Sector Agrícola	30
2.1.3.2	Sector Pecuario	33
2.1.3.3	Sector Industrial	34
2.1.3.4	Sector Doméstico	35
2.1.4	Cálculo de la Huella Hídrica Total de la Micro Cuenca del río Guano	36
2.2	Análisis de Sostenibilidad.....	37
2.2.1	Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica azul	37
2.2.2	Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica verde	38
2.2.3	Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica gris.....	39
2.2.4	Análisis de la sostenibilidad económica de la huella hídrica	40
2.3	Análisis FODA.....	40
2.4	Formulación de estrategias para la gestión y política comunitaria en respuesta a la huella hídrica.....	41

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	42
3.1	Contabilidad de la huella hídrica de la microcuenca del río Guano.....	42
3.1.1	Levantamiento de información base	42
3.1.2	Identificación de puntos de monitoreo	42
3.1.2.1	Muestreo de agua	45
3.1.2.2	Requerimientos para el software CROPWAT	48
3.1.3	Cálculo de la huella hídrica por sectores.....	55
3.1.3.1	Sector Agrícola	55
3.1.3.2	Sector Pecuario	57
3.1.3.3	Sector Industrial	58
3.1.3.4	Sector Doméstico	59
3.1.3.5	Sector Minero.....	60
3.1.4	Cálculo de la Huella Hídrica Total de la MCRG	61
3.2	Análisis de la sostenibilidad.....	63
3.2.1	Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica azul	63
3.2.2	Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica verde.....	64

3.2.3	Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica gris.....	64
3.2.4	Análisis de la sostenibilidad económica de la huella hídrica	65
3.3	Análisis FODA.....	69
3.4	Formulación de las estrategias para la gestión y política comunitaria en respuesta a la huella hídrica.....	70
	CONCLUSIONES.....	74
	RECOMENDACIONES.....	76
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Análisis FODA	41
Tabla 1-2:	Modelo para la formulación de estrategias de gestión y política comunitaria.....	41
Tabla 1-3:	Comunidades cercanas a la MCRG	42
Tabla 2-3:	Coordenadas de los puntos de monitoreo seleccionados en la MCRG	43
Tabla 3-3:	Tamaño de la muestra de la MCRG	44
Tabla 4-3:	Resultados de los parámetros in situ.....	45
Tabla 5-3:	Resultado de los parámetros de laboratorio.....	46
Tabla 6-3:	Datos climáticos. CLIMWAT	49
Tabla 7-3:	Valores de precipitación y precipitación efectiva para el año 2018.	50
Tabla 8-3:	Valores de coeficiente de crecimiento de cultivo inicial para todos los puntos de la MCRG.....	50
Tabla 9-3:	Ajuste de valores de los coeficientes de crecimiento de cultivo medio y final para los cultivos más representativos de la MCRG.	51
Tabla 10-3:	Rangos de Altura y Profundidad radicular de los cultivos.	51
Tabla 11-3:	Época de siembra.....	52
Tabla 12-3:	Duración de etapas de crecimiento para los cultivos.....	52
Tabla 13-3:	Valores de fracción de agotamiento crítico para cada cultivo.	53
Tabla 14-3:	Coefficientes estacionales de respuesta de la productividad de cada cultivo.	53
Tabla 15-3:	Resultados de textura y humedad del suelo.....	53
Tabla 16-3:	Resultados de textura y humedad del suelo.....	54
Tabla 17-3:	Huella hídrica total.	61
Tabla 18-3:	Cálculo del análisis de sostenibilidad huella hídrica azul.	63
Tabla 19-3:	Cálculo del análisis de sostenibilidad huella hídrica verde	64
Tabla 20-3:	Cálculo del análisis de sostenibilidad huella hídrica gris	64
Tabla 21-3:	Cálculo de la productividad aparente del agua para el sector agrícola.	66
Tabla 22-3:	Cálculo de la productividad aparente del agua para el sector pecuario.	66
Tabla 23-3:	Cálculo de la productividad aparente del agua para el sector industrial.....	66
Tabla 24-3:	Cálculo de la productividad aparente del agua para el sector doméstico.	67
Tabla 25-3:	Cálculo de la productividad aparente de la tierra.	68
Tabla 26-3:	Análisis FODA	69
Tabla 27-3:	Estrategias para la gestión y política comunitaria por sectores	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Parámetros medidos en los puntos de muestreo	47
Gráfico 2-3:	Parámetros medidos en los puntos de muestreo	48
Gráfico 3-3:	Huella Hídrica Verde Agrícola por tonelada de producción	55
Gráfico 4-3:	Huella Hídrica Azul Agrícola por tonelada de producción	56
Gráfico 5-3:	Huella Hídrica Gris Agrícola por tonelada de producción	56
Gráfico 6-3:	Huella Hídrica agrícola	57
Gráfico 7-3:	Huella Hídrica Pecuaria	58
Gráfico 8-3:	Huella Hídrica Industrial	58
Gráfico 9-3:	Huella Hídrica Doméstica	59
Gráfico 10-3:	Huellas Hídricas por Sectores	60
Gráfico 11-3:	Huella Hídrica total de MCRG.....	61
Gráfico 12-3:	Porcentajes de HH Verde por sectores	62
Gráfico 13-3:	Porcentajes de HH Azul por sectores	62
Gráfico 14-3:	Porcentajes de HH Gris por sectores	63
Gráfico 15-3:	Sostenibilidad de las HH Azul, Verde y Gris.....	65
Gráfico 16-3:	Compendio de la productividad aparente por sectores.....	67
Gráfico 17-3:	Productividad aparente de la tierra.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** Microcuenca del río Guano
- ANEXO B.** Informe de análisis de agua
- ANEXO C.** Informe de análisis de suelos
- ANEXO D.** Certificado entregado por GIDAC-CEAA
- ANEXO E.** Certificado entregado por el GADM Guano
- ANEXO F.** Certificado entregado por el GADP San Isidro de Patulú
- ANEXO G.** Certificado entregado por el GADP San Andrés
- ANEXO H.** Modelo de las entrevistas realizadas
- ANEXO I.** Registro de Entrevistas
- ANEXO J.** Muestreo de agua y suelo en campo
- ANEXO K.** Equipos Utilizados
- ANEXO L.** Medición de Caudales en Campo
- ANEXO M.** Medición de la infiltración del suelo
- ANEXO N.** Información de los cultivos captada en campo
- ANEXO O.** Factor de corrección para cálculo de caudales por el método de Flotador

RESUMEN

La finalidad de este estudio fue evaluar la huella hídrica de la microcuenca del río Guano en el fortalecimiento de su gestión y política comunitaria. Se aplicaron las fases citadas en “la guía metodológica para la evaluación de la huella hídrica en una cuenca” propuesta en el 2002 por el Dr. Arjen Hoekstra, con el propósito de obtener un indicador de huella hídrica de la microcuenca del río Guano y plantear estrategias para mejorar la gestión del recurso hídrico. La recopilación de información del área de estudio mediante encuestas a la población y la utilización del software CROPWAT 8.0 permitió identificar los sectores más representativos para muestreos de agua, suelo y caracterización socioeconómica del lugar de estudio. Se calculó las Huellas hídricas verde, azul, gris en los sectores agrícola, pecuario, industrial y doméstico. Los valores obtenidos en la huella hídrica verde igual a 2851112.4 m³, huella azul de 2029582.87 m³ y la huella hídrica gris 3016031.14 m³, valores que permitieron determinar la sostenibilidad ambiental del recurso a partir del cálculo de los índices de escasez azul de 0.058, verde 0.018 y el nivel de contaminación de agua gris de 0.53. Basados en estos resultados se plantearon 12 estrategias de respuesta a la evaluación de la huella hídrica, de las cuales, 4 son para el sector agropecuario, 5 sector industrial y 3 para el sector doméstico. Actualmente la microcuenca del río Guano es sostenible, pues su índice de escasez es menor a 1, sin embargo, es importante que las estrategias planteadas sean consideradas para el correcto aprovechamiento y cuidado del recurso hídrico.

PALABRAS CLAVE:

<INGENIERÍA AMBIENTAL>, <HUELLA AZUL>, <HUELLA VERDE>, <HUELLA GRIS>, <SOSTENIBILIDAD>, <ÍNDICE DE ESCASEZ>.



ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the water footprint of the Guano river micro-basin in the strengthening of its management and community policy. The aforementioned phases were applied in "the methodological guide for the evaluation of the water footprint in a basin" proposed in 2002 by Dr. Arjen Hoekstra, with the purpose of obtaining an indicator of the water footprint of the Guano River micro-basin and to raise strategies to improve the management of water resources. The collection of information from the study area through population surveys and the use of the CROPWAT 8.0 software allowed identifying the most representative sectors for water sampling, soil sampling and socio-economic characterization of the study site. The green, blue, gray water footprints were calculated in the agricultural, livestock, industrial and domestic sectors. The values obtained in the green water footprint equal to 2851112.4 m³, blue footprint of 2029582.87 m³ and the gray water footprint 3016031.14 m³, values that allowed to determine the environmental sustainability of the resource from the calculation of the blue scarcity indexes of 0.058, green 0.018 and the gray water contamination level of 0.53. Based on these results, 12 response strategies were proposed for the evaluation of the water footprint, of which 4 are for the agricultural sector, 5 industrial sector and 3 for the domestic sector. Currently, the Guano River micro-basin is sustainable, since its scarcity index is less than 1, however, it is important that the proposed strategies be considered for the correct use and care of the water resource.

KEYWORDS:

<ENVIRONMENTAL ENGINEERING>, <BLUE FOOTPRINT>, <GREEN FOOTPRINT>, <GRAY FOOTPRINT>, <SUSTAINABILITY>, <SCARCITY INDEX>.



INTRODUCCIÓN

En Ecuador las cuencas hidrográficas son utilizadas por la población para consumo humano, agricultura, ganadería, industrial, recreacional, etc. y sin ningún control establecido, se ha llegado a un consumo excesivo del agua, una sobreexplotación de los recursos naturales y contaminación de las principales fuentes de agua (COMISIÓN PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE - CEPAL, 2011). Es por ello, que hoy en día se considera primordial la recuperación y cuidado de la misma, pensando en las generaciones actuales y futuras.

La microcuenca del río Guano, está ubicada en el cantón Guano al noroeste de la provincia de Chimborazo, con un área aproximada de 390,7km², desembocando en el río Chambo (GADGuano, 2015). Es la principal fuente de agua para la población aledaña para el desarrollo de sus diferentes actividades: consumo, industria, agricultura y ganadería. Debido a la falta de políticas comunitarias que eviten la contaminación de la microcuenca, existe un deterioro muy grande de la misma, disminuyendo sus potenciales usos.

La actividad productiva más representativa en la microcuenca del río Guano es la explotación de materiales áridos y pétreos en las canteras del cantón. Así como también ésta se ve influenciada por la actividad industrial de las curtiembres.

La evaluación de huella hídrica es una metodología que promueve y apoya el uso sostenible del recurso hídrico a través de información sobre el consumo y la contaminación del agua, en relación con la disponibilidad de ésta, constituyéndose en el punto de partida para establecer una política comunitaria adecuada. (Kuiper *et al.*, 2017). En Ecuador es poco conocida o implementada este tipo de metodología a pesar de su gran utilidad y eficacia. Conocer el valor de la huella hídrica en torno a la microcuenca de río Guano representa la identificación del valor que se otorga al agua bajo diversos criterios de consumo y aprovechamiento, por lo que, para el efecto, se aplica la metodología del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA que promueve y apoya el uso sostenible del recurso hídrico a través de información transparente y completa sobre el consumo y la contaminación del agua, en relación con su disponibilidad. (Kuiper *et al.*, 2017)

Empleando el software CROPWAT 8.0, se proyectan los resultados para conocer el tipo de huella hídrica que presenta la microcuenca y con base en la valoración se propusieron estrategias para el fortalecimiento de su gestión y política comunitaria.

La importancia de esta investigación se sustenta en el análisis de las condiciones actuales del manejo y aprovechamiento de la microcuenca, para entorno a ellas generar propuestas de política hídrica, agrícola, industrial y uso adecuado del agua. (Kuiper *et al.*, 2017)

La huella hídrica es un indicador de la relación entre la microcuencas o cuencas y el consumo humano que puede ser lavar, cocinar, o producción de bienes. Es decir, es posible determinar factores de contaminación o escasez del agua para posteriormente dar soluciones o mejoras al uso del sistema hídrico. Cabe mencionar que, la evaluación de la huella hídrica y sus soluciones no recae solamente en las autoridades ya que se evalúa cada aspecto en el que el agua es utilizada y para optimizar el uso del agua, es indispensable que todos formen parte del cambio.

Resulta necesario fomentar la capacitación en el tema, su difusión y el desarrollo de estudios e investigaciones que permitan validar, actualizar y mejorar la información existente, así como el análisis de las tendencias en los próximos años. Cabe mencionar, que la elaboración de la política comunitaria servirá para mejorar la calidad de vida de la población aledaña, así como también, disminuir la contaminación ambiental.

El trabajo investigativo tiene el respaldo del Grupo de Investigación y Desarrollo para el Ambiente y Cambio Climático (**GIDAC**), de la misma manera es de interés y tiene respaldo por parte del GAD provincial de Chimborazo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la huella hídrica de la microcuenca del río Guano en el fortalecimiento de su gestión y política comunitaria.

Objetivo específico

- Contabilizar la huella hídrica de la microcuenca del río Guano
- Analizar la sostenibilidad de la huella hídrica en la microcuenca del río Guano
- Formular estrategias para la gestión y política comunitaria en respuesta la huella hídrica

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

Hoekstra y Chapagain fueron los pioneros de la realización del estudio de la huella hídrica, trabajo publicado en el año 2004; abarca 146 países como zonas de estudio en el periodo 1997-2001. Con el tiempo el estudio de la huella hídrica fue tomando mayor interés en todo el mundo, siendo en Honduras dónde se publica un nuevo estudio en el año 2011 tomando como modelo el trabajo publicado por Hoekstra, y utilizando el software CROPWAT 8.0.

Otro trabajo centrado en la huella hídrica fue realizado en México en el año 2015, “cuyo objetivo fue la determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017 Comarca Lagunera, México.” (Rios *et al.*, 2014)

En la ciudad de La Paz, Bolivia, Campos y Franken, (2015) se realizó una evaluación de la huella hídrica con la finalidad de desarrollar políticas públicas orientadas a una mejor gestión del agua.

Un referente estudio de la huella hídrica de América Latina, (Vázquez, 2012), muestra los patrones y tendencias de uso del agua, que tradicionalmente no eran tomados en cuenta, relacionándolos con los flujos de comercio de agua virtual en el cálculo de la huella hídrica de algunos países de América Latina en los años 1996-2005.

Se citan algunas de las investigaciones realizadas en el Ecuador al respecto:

En el 2012 Solange Isabel Pérez Arcos, evaluó y analizó la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador, en este estudio se determinó el impacto en la huella hídrica (HH) y el agua virtual (AV) que tiene la producción de 12 cultivos agrícolas ecuatorianos incluyendo cinco para exportación, utilizando la metodología descrita por Hoekstra et al.2008 y el modelo CROPWAT 8.0, se identificaron los requerimientos de agua de los cultivos.

Según Zarate y Kuiper, (2013) evaluaron la Huella Hídrica del banano para pequeños productores en Perú y Ecuador para lo cual aplicaron la metodología de evaluación de Huella Hídrica propuesta por la Red Internacional de Huella Hídrica a dos muestras de productores de banano. Se calculó un valor promedio de huella hídrica para la muestra ecuatoriana de 576 m³/t (48% verde, 34% azul y 18% gris). En Ecuador, 18% de la huella hídrica es gris, existente tanto en la fase agrícola por lixiviado de Nitrógeno a partir de la práctica convencional, como en la fase de empaque por vertimientos.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) advertía que en 2015 en la Tierra habría un déficit de agua del 40% en 2030 si no se cambiaba el consumo excesivo. Y es que, a pesar de los adelantos en el uso responsable y el saneamiento del recurso natural, el crecimiento demográfico mantiene un gran reto en el que sociedad, gobiernos y empresas tienen que colaborar si se quieren obtener resultados positivos, menciona Fernandez, (2009) que América Latina es la región del mundo que cuenta con la más alta disponibilidad per cápita de agua dulce.

El principal recurso vital para los seres vivos es el agua por tal motivo debe ser manejado adecuadamente, analizó sobre la sostenibilidad del recurso hídrico en el Ecuador para su gestión integrada, donde manifestó que en el país existe vacíos en la política pública y en la formulación de una política sólida para un manejo y preservación del mismo, recurso que es utilizado para el “desarrollo” en diferentes actividades como es energía, riego, industria, entre otros. (Rivera, 2016)

1.2 Marco Conceptual

1.2.1 Balance hídrico para el cálculo de la huella hídrica

Se define al balance hídrico como una relación existente entre la totalidad de los recursos hídricos que entran a un sistema y de recursos que salen del mismo sistema en un periodo de tiempo establecido. Lo cual permite evaluar las condiciones acerca del recurso como es la oferta, disponibilidad y demanda (Marin, 1993)

Para realizar el balance hídrico en una micro cuenca o en una cuenca hidrográfica se recomienda el trabajo en campo por las mediciones que se debe realizar, de igual manera se debe conocer si es un balance de las aguas superficiales y el de las aguas subterráneas. (Spanjersberg, 2014)

1.2.1.1 Ecuación de balance hídrico

La principal ecuación para el cálculo del balance hídrico es la de conservación de masas, la cual muestra la forma más simple de ser representada. (Galvez y Saubes, 2015)

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \text{Cambio de Almacenamiento}$$

Las entradas al sistema:

- Precipitación,
- Importaciones de agua,
- Recarga lateral (aguas subterráneas provenientes de otras cuencas).

Las salidas del sistema:

- Evaporación,
- Transpiración,
- Escorrentía,
- Infiltración,
- Descarga (aguas subterráneas hacia otras cuencas),
- Exportación de agua

1.2.1.2 Oferta hídrica

El termino de oferta hídrica está enfocado a la disponibilidad de agua que se encuentra presente en una cuenca, es decir el volumen que queda después de que precipitara sobre la misma y abasteciera las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo, después de ello fluye por los cauces mayores de los ríos y otras corrientes superficiales y es denominada escorrentía superficial, alimenta a lagos, lagunas y reservorios, al igual que ayuda a satisfacer las necesidades del hombre dentro de la cuenca. (Corponariño, 2011)

- Caudal

Se define como caudal al volumen de agua que pasa por una sección específica de un río, quebrada o arroyo en un tiempo determinado puede estar expresado en segundos o minutos, etc. El caudal puede aumentar o disminuir dependiendo de las estaciones climáticas en el sector. (González y Ramírez, 2014)

- Caudal ecológico

El caudal ecológico es una herramienta de gestión que permite un manejo sostenible de los recursos hídricos, para lo cual se establece, un caudal mínimo para la conservación, funciones y procesos en un ecosistema para lo cual se debe establecer la calidad, cantidad y régimen de flujo del agua, otro aporte importante es impedir la intrusión salina de los ríos que desembocan al mar. (Barrios, 2007)

1.2.1.3 Demanda Hídrica

La demanda hídrica es igual al volumen total de agua extraída. Este volumen de agua extraído es igual a los consumos más el agua extraída no consumida, el cálculo. El cálculo de la demanda hídrica se establece a partir de las concesiones de agua, otorgadas por cada autoridad ambiental en la cuenca. (González y Jaramillo, 2010)

En una cuenca esta demanda se considera como la extracción hídrica del sistema, destinada a remplazar las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no trópicos. Para esto considerara la mayor parte de las actividades humanas, ya que estas son dependientes en su gran mayoría del recurso hídrico, por ende, deben ser considerandos el comportamiento y distribución del recurso en el tiempo. (González y Jaramillo, 2010)

1.2.2 Cuencas hidrográficas y huella hídrica

1.2.2.1 Cuenca hidrográfica

La cuenca es el espacio del territorio en el cual naturalmente corren todas las aguas (aguas provenientes de precipitaciones, de deshielos, de acuíferos, etc. que fluyen por cursos superficiales o ríos) hacia un único lugar o punto de descarga (que usualmente es un cuerpo de agua importante tal

como un río, un lago o un océano), la cual brinda múltiples e importantes servicios relacionados con la misma, desde los servicios directos de provisión de bienes o productos, tales como el abastecimiento de agua para la población y para las actividades productivas. (Núñez, 2011)

La cuenca es asimismo el territorio en el cual habitan las poblaciones en concentraciones grandes (urbanas) o pequeñas (rurales) y en donde se producen importantes actividades que demandan de agua para su desarrollo. (Núñez, 2011)

- Microcuenca como unidad hidrológica

Refiriéndose a ciclo hidrológico, toda gota de lluvia que baja al suelo, continua en forma de escurrimiento e infiltración, después va a lugares de concentración, ahí una parte se evapora y vuelve al espacio para formar el ciclo, luego que la gota se infiltra, satura el suelo, pasa a percolación profunda y recarga los acuíferos. (Avedaño, 2016)

En este desplazamiento vertical, el agua se puede encontrar con estratos impermeables (rocas duras) que movilizarán las partículas de agua dependiendo de la forma y tipo de rasgos geológicos. (Avedaño, 2016)

Una microcuenca como unidad hidrológica es más integral que una microcuenca como unidad hidrográfica, ya que la microcuenca como unidad hidrológica comprende unidades morfológicas integrales abarcando en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo. (Gamarra, 2017)

1.2.2.2 Principales microcuencas de la provincia de Chimborazo

La importancia hidrológica de Chimborazo se ha visto reflejada con la inserción de varios ríos en los grandes proyectos hidroeléctricos nacionales de Agoyán, San Francisco, Mazar y Paute. Por su topografía los ríos Guamote, Chibunga, Guano, Sicalpa, San Juan, Río Blanco, son afluentes del Río Chambo que cruza la provincia de sur a norte para unirse con el río Patate y formar el Pastaza, motor que mueve las centrales Agoyán y San Francisco. Adicionalmente, el aporte de caudal de las cuencas y subcuencas hidrográficas a los sistemas de riego es principalmente de los ríos Guayas, Yaguachi y Chimbo con 34%; la cuenca del río Pastaza y sub cuenca del río Chambo con 66%. (GADPChimborazo, 2015)

Referente al Plan De Desarrollo y ordenamiento territorial de La Provincia de Chimborazo se establece importante las cuencas hidrográficas del Chambo, Chimbo y Chanchán, por la realización de proyectos de manejo, con actividades específicas de reforestación, conservación de suelos, capacitación en el uso y manejo de agua, por parte de diferentes instituciones como el MAE, MAGAP, SENAGUA, CESA y otras ONG's.

1.2.3 Huella hídrica

1.2.3.1 Evaluación de la huella hídrica

La evaluación de la huella hídrica permite examinar el uso del agua de una cuenca o microcuenca a lo largo de la cadena de producción de bienes o servicios de consumo, se mide en términos de volumen de agua usada (evaporada o que no retorna) y/o contaminada por unidad de tiempo, dando a conocer de los efectos del agua al ser asociados a los hábitos de vida de las personas o poblaciones o de producción de sectores o empresas aledaños al lugar de estudio. Este indicador multidimensional muestra los consumos de agua, según su origen y los volúmenes de agua requeridos para la asimilación de la contaminación generada. La huella hídrica tiene diversas aplicaciones que incluyen la visión desde el consumo o la producción, para una persona o un grupo de personas, un productor o un grupo de productores, un producto o un grupo de productos y un área geográficamente delimitada. (Aldaya, 2012)

Una de las herramientas existentes para el cálculo de la huella hídrica es el software CROPWAT 8.0. El cual está disponible al público de manera gratuita, con la posibilidad de realizar un balance diario de agua en el suelo y de incorporar datos de frecuencia y cantidad de riego, el tipo de riego e puede evaluar de manera indirecta ajustando los valores de coeficiente del cultivo k. Cuenta con archivos básicos con características genéricas del suelo y cultivos, así mismo, recibe de manera directa los archivos de clima y precipitación, generados para cualquier punto geográfico por el programa Climwat. (Kuiper *et al.*, 2017)

1.2.3.2 Componentes de la huella hídrica

Los componentes de la huella hídrica son explícitos geográfica y temporalmente, se debe evaluar estos componentes tanto como huella hídrica directa e indirecta, para el consumo de agua existen dos

tipos de huella hídrica: Huella Hídrica Azul, se refiere al consumo de los recursos hídricos azules (agua dulce), superficial o subterránea, para toda la cadena de producción de un producto, es decir la pérdida de recurso hídrico en cuerpos de agua disponibles en la superficie o en acuíferos subterráneos en el área de la cuenca. La pérdida ocurre cuando el agua se evapora, no regresa a la misma cuenca, es dispuesta al mar o se incorpora a un producto en cambio la Huella Hídrica Verde, se refiere al consumo de recursos de agua verdes (agua de lluvia que no se convierte en escorrentía, sino que se incorpora en productos agrícolas). (Waterfootprint, 2002)

Por lo contrario, para realizar la evaluación de la huella hídrica directa e indirecta para la contaminación del agua, conocemos a la huella hídrica gris la cual se refiere a la contaminación y está definida como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar una carga de contaminantes dados las concentraciones naturales y estándares ambientales de calidad de agua. (Waterfootprint, 2002)

1.2.4 Sostenibilidad del recurso hídrico

La sostenibilidad se enfoca en la supervivencia de las generaciones futuras, es decir, preservar los recursos naturales, la vida silvestre y todo lo que puede implicar. Es decir, busca un equilibrio entre tres componentes que son social económica y ecológica. (Riechmann, 2002)

1.2.4.1 Sostenibilidad de la huella hídrica

La huella hídrica da a conocer el impacto que genera el ser humano debido al consumo de los sistemas hídricos, debido a que evalúa la parte económica, social y ecológica. La huella hídrica cuantifica el agua que es utilizada por el hombre en las diferentes actividades ya sea directa o indirectamente, por tal motivo es que va de la mano con el término sostenibilidad, ya que es un punto de partida para un análisis de sostenibilidad. (INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA - IMTA., 2017)

1.2.5 Gestión comunitaria y política pública para la evaluación de la huella hídrica

En la realización de un estudio sobre la evaluación de un recurso natural que beneficia a una comunidad, trae conflictos los resultados emitidos por los investigadores, por los cuales se debe realizar una gestión comunitaria para que los conflictos se resuelvan de forma eficiente y se tomen

decisiones sobre el manejo de los recursos naturales en satisfacción de la sociedad, será justo negociar y poner en práctica nuevas y variadas funciones para los interesados locales y externos. (Gentes, 2004)

El primer paso central para lograr el acuerdo, es el reconocimiento del beneficio propio entre los interesados, el segundo paso es crear un ambiente de relaciones sociales de confianza y justicia entre los gobiernos y las organizaciones locales y no gubernamentales, realizando un eje a través del cual se deben crear nuevos sistemas de comunicación y al mismo tiempo realizar capacitación para aumentar la capacidad de las comunidades de generar información y conocimientos útiles para los interesados, el tercer paso consiste en establecer políticas ambientales, las cuales describen las acciones necesarias, para la solución de las problemáticas identificadas. Teniendo en cuenta los resultados arrojados en la determinación de la huella hídrica. (Barragán, 2017)

1.3 Instituciones necesarias para el estudio de la Huella Hídrica

Secretaría Nacional del Agua

La Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) tiene la finalidad de conducir y regir los procesos de gestión de los recursos hídricos nacionales de una manera integrada y sustentable en los ámbitos de cuencas hidrográficas. Fue creada mediante Decreto Ejecutivo 1088 del 15 de mayo del 2008, el mismo que entró en vigencia el 27 de mayo, con su publicación en el Registro Oficial N° 346. (ECUADOR, sin fecha)

Por primera vez en la historia del Ecuador, el Gobierno reconoce el carácter y el valor intrínsecos del agua al jerarquizar su gestión al más alto nivel institucional, viabilizando una conducción integral y coordinadora de este patrimonio natural en bien de su propia conservación. (ECUADOR, sin fecha)

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

Es el Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional del Ecuador creado por Ley, como una necesidad y un derecho fundamental de la comunidad, con capacidad y la obligación de suministrar información vital sobre el tiempo, el clima y los recursos hídricos del pasado, presente y futuro, que necesita conocer el país para la protección de la vida humana y los bienes materiales. (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA -- INAHI, sin fecha)

Juntas de riego Y Drenaje

Son organizaciones comunitarias sin fines de lucro que tienen por finalidad la prestación del servicio de riego y/o drenaje, bajo criterios de equidad, solidaridad, interculturalidad, eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación del servicio y en la distribución del agua. (SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA ECUADOR - SENAGUA, 2016)

1.4 Planes de Desarrollo y políticas comunitarias

Política pública para la gestión de cuencas hídricas en el Ecuador

Constitución de la República del Ecuador

Publicada en el Registro Oficial N° 449 del lunes 20 de octubre de 2008.

Art. 12.-El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art.282.- El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental”.

Art. 314.- Se asigna al Estado la responsabilidad de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego para lo cual dispondrá que sus tarifas sean equitativas y establecerá su control y regulación. La misma norma determina que el Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios;

Art.318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

Art. 411.-El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)

TITULO PRIMERO LA AUTORIDAD UNICA DEL AGUA

Art. 7.- Cuenca hidrográfica y principio de unidad de cuenca en la gestión de las Demarcaciones Hidrográficas- La Secretaría del Agua aprobará la delimitación concreta de las cuencas hidrográficas y su posible agrupación, a efectos de planificación hídrica y gestión del agua, así como para la atribución de las aguas subterráneas a la cuenca que corresponda, en Demarcaciones Hidrográficas.

TITULO SEGUNDO LAS ORGANIZACIONES DE USUARIOS Y LOS CONSEJOS DE CUENCA

Art. 22.- Usuarios y Organizaciones de Usuarios: Principios Generales- Es usuario todo titular de una autorización de uso o aprovechamiento productivo del agua. No tienen el carácter de usuaria los consumidores de los servicios vinculados al agua, prestados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados; o los integrantes de las Juntas de Abastecimiento de Agua Potable o de las Juntas de Riego.

Art. 25.- Naturaleza de los Consejos de Cuenca- Los Consejos de Cuenca son órganos colegiados de carácter consultivo, liderados por la Secretaría del Agua integrados por los representantes electos de las organizaciones de usuarios, con la finalidad de participar en la formulación, planificación, evaluación y control de los recursos hídricos en la respectiva cuenca.

Art. 26.- Clases- Habrá Consejos de Cuenca con ámbito de Unidad de Planificación Hidrográfica Local, y Consejos de Cuenca con ámbito de Demarcación Hidrográfica.

La Secretaría del Agua será la encargada de gestionar el financiamiento para el funcionamiento y organización de los Consejos de Cuenca, cumpliendo con una programación anual.

Art. 27.- Composición de los Consejos de Cuenca con ámbito de Unidad de Planificación Hidrográfica Local- Los Consejos de Cuenca con ámbito de Unidad de Planificación Hidrográfica Local tendrán la siguiente composición: Las organizaciones que deban elegir representantes respetarán el principio de participación igualitaria, interculturalidad, plurinacionalidad, multiétnica, respeto de las diferencias; y durará dos años pudiendo ser reelegidos por una sola vez.

Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua

TÍTULO I

DISPOSICIONES PRELIMINARES

Artículo 8.- Gestión integrada de los recursos hídricos.

La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia.

Cuando los límites de las aguas subterráneas no coinciden con la línea divisoria de aguas superficiales, dicha delimitación incluirá la proyección de las aguas de recarga subterráneas que fluyen hacia la cuenca delimitada superficialmente.

La Autoridad Única del Agua aprobará la delimitación concreta de las cuencas hidrográficas y su posible agrupación a efectos de planificación y gestión, así como la atribución de las aguas subterráneas a la cuenca que corresponda. La gestión integrada e integral de los recursos hídricos será eje transversal del sistema nacional descentralizado de planificación participativa para el desarrollo

Título II

RECURSOS HÍDRICOS

Artículo 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

Artículo 28.- Planificación de los Recursos Hídricos.

Corresponde a la Autoridad Única del Agua la ejecución de la planificación hídrica, sobre la base del Plan Nacional de Recursos Hídricos y Planes de Gestión Integral de Recursos Hídricos por cuenca hidrográfica.

El Estado y los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán sujetarse a la planificación hídrica en lo que respecta al ejercicio de sus competencias. Igualmente, los planes de gestión integral de recursos hídricos por cuenca, vincularán a las entidades dedicadas a la prestación de servicios comunitarios relacionados con el agua.

Artículo 34.- Gestión integrada e integral de los recursos hídricos. La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia.

Título III

DERECHOS, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES

Artículo 59.- Cantidad vital y tarifa mínima. La Autoridad Única del Agua establecerá de conformidad con las normas y directrices nacionales e internacionales, la cantidad vital de agua por persona, para satisfacer sus necesidades básicas y de uso doméstico, cuyo acceso configura el contenido esencial del derecho humano al agua.

Artículo 60.- Libre acceso y uso del agua. El derecho humano al agua implica el libre acceso y uso

del agua superficial o subterránea para consumo humano, siempre que no se desvíen de su cauce ni se descarguen vertidos ni se produzca alteración en su calidad o disminución significativa en su cantidad ni se afecte a derechos de terceros y de conformidad con los límites y parámetros que establezcan la Autoridad Ambiental Nacional y la Autoridad Única del Agua. La Autoridad Única del Agua mantendrá un registro del uso para consumo humano del agua subterránea.

Artículo 74.- Conservación de las prácticas de manejo del agua. Se garantiza la aplicación de las formas tradicionales de gestión y manejo del ciclo hidrológico, practicado por comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, afro ecuatorianas y montubio y se respetan sus propias formas, usos y costumbres para el reparto interno y distribución de caudales autorizados sobre el agua.

Título IV

APROVECHAMIENTO DEL AGUA

Artículo 140.- Tarifa por suministro de agua cruda para consumo humano y doméstico. La entrega de la cantidad mínima vital de agua cruda establecida por la Autoridad Única del Agua para la provisión de servicios de agua potable no estará sujeta a tarifa alguna.

Cuando el volumen que se entregue a los prestadores del servicio exceda de la cantidad mínima vital determinada, se aplicará la tarifa que corresponda, conforme con lo estipulado en esta Ley y su Reglamento.

Artículo 141.- Tarifa por autorización de uso de agua para riego que garantice la soberanía alimentaria. Los criterios para fijación de la tarifa hídrica volumétrica del agua para riego que garantice la soberanía alimentaria, son los siguientes:

- a) Volumen utilizado;
- b) Cantidad de tierra cultivada y tipo de suelo; y,
- c) Contribución a la conservación del recurso hídrico.

Se exceptúan del pago de esta tarifa los sistemas comunitarios portadores de derechos colectivos y los prestadores comunitarios de servicios que reciben caudales inferiores a cinco litros por segundo y que están vinculados a la producción para la soberanía alimentaria.

Título V

INFRACCIONES, SANCIONES Y RESPONSABILIDADES

Artículo. 149.- Competencia sancionatoria. El conocimiento y sanción de las infracciones a las disposiciones de esta Ley o su Reglamento, siempre que el acto no constituya delito o contravención, son competencia de la Autoridad Única del Agua y de la Agencia de Regulación y Control, en la forma establecida en esta Ley y en su Reglamento. En aquellas infracciones que de conformidad con esta Ley deban ser determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional o por la Autoridad Nacional de Salud, se requerirá su resolución en firme, en el procedimiento administrativo común, antes de dictar la sanción por parte de la Autoridad Única del Agua o la Agencia de Regulación y Control, según corresponda.

CÓDIGO ORGÁNICO ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA DESCENTRALIZACIÓN

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley;

d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 132.- Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas.- La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca. En el ejercicio de esta competencia le corresponde al gobierno autónomo descentralizado regional, gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas mediante la articulación efectiva de los planes de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados de la cuenca hidrográfica respectiva con las políticas emitidas en materia de manejo sustentable e integrado

del recurso hídrico. El gobierno autónomo descentralizado regional propiciará la creación y liderará, una vez constituidos, los consejos de cuenca hidrográfica, en los cuales garantizará la participación de las autoridades de los diferentes niveles de gobierno y de las organizaciones comunitarias involucradas en la gestión y uso de los recursos hídricos. Los gobiernos autónomos descentralizados regionales, en coordinación con todos los niveles de gobierno, implementarán el plan de manejo de cuencas, subcuencas y microcuencas, en sus respectivas circunscripciones territoriales. Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales ejecutarán las obras de infraestructura fijadas en el marco de la planificación nacional y territorial correspondiente, y de las políticas y regulaciones emitidas por la autoridad única del agua. No obstante, las competencias exclusivas señaladas, el gobierno central podrá realizar proyectos hídricos multipropósitos que tengan una importancia estratégica, para lo cual deberán considerar los criterios de los gobiernos autónomos descentralizados. Además, vía convenio, se garantizará un retorno económico fijado técnicamente, en beneficio de los gobiernos autónomos descentralizados de las circunscripciones territoriales de donde provengan los recursos hídricos, con la finalidad de mantener, conservar y recuperar la cuenca hidrográfica. Se prohíbe la adopción de cualquier modelo de gestión que suponga algún tipo de privatización del agua; además, se fortalecerán las alianzas público comunitarias para la co-gestión de las cuencas hidrográficas.

Art. 133.- Ejercicio de la competencia de riego. - La competencia constitucional de planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego, está asignada constitucionalmente a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales. Al efecto, éstos deberán elaborar y ejecutar el plan de riego de su circunscripción territorial de conformidad con las políticas de desarrollo rural territorial y fomento productivo, agropecuario y acuícola que establezca la entidad rectora de esta materia y los lineamientos del plan nacional de riego y del plan de desarrollo del gobierno autónomo descentralizado respectivo, en coordinación con la autoridad única del agua, las organizaciones comunitarias involucradas en la gestión y uso de los recursos hídricos y los gobiernos parroquiales rurales.

El plan de riego deberá cumplir con las políticas, disponibilidad hídrica y regulaciones técnicas establecidas por la autoridad única del agua, enmarcarse en el orden de prelación del uso del agua dispuesto en la Constitución y será acorde con la zonificación del uso del suelo del territorio y la estrategia nacional agropecuaria y acuícola.

El servicio de riego será prestado únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias, para lo cual los gobiernos autónomos descentralizados provinciales podrán delegar la gestión de mantenimiento y operación de los sistemas de riego al gobierno parroquial rural o a las organizaciones comunitarias legalmente constituidas en su circunscripción, coordinarán con los sistemas

comunitarios de riego y establecerán alianzas entre lo público y comunitario para fortalecer su gestión y funcionamiento. Las organizaciones comunitarias rendirán cuentas de la gestión ante sus usuarios en el marco de la ley sobre participación ciudadana.

En el caso de sistemas de riego que involucren a varias provincias, la autoridad única del agua, el rector de la política agropecuaria y acuícola y la mancomunidad que deberá conformarse para el efecto, coordinarán el ejercicio de esta competencia. Cuando se trate de sistemas de riego binacionales, la responsabilidad de esta competencia será del gobierno central con la participación de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales de las circunscripciones involucradas, en conformidad con los convenios internacionales respectivos.

Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley.

Corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales gobernar, dirigir, ordenar, disponer, u organizar la gestión ambiental, la defensoría del ambiente y la naturaleza, en el ámbito de su territorio; estas acciones se realizarán en el marco del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental y en concordancia con las políticas emitidas por la autoridad ambiental nacional. Para el otorgamiento de licencias ambientales deberán acreditarse obligatoriamente como autoridad ambiental de aplicación responsable en su circunscripción.

Para otorgar licencias ambientales, los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán calificarse como autoridades ambientales de aplicación responsable en su cantón. En los cantones en los que el gobierno autónomo descentralizado municipal no se haya calificado, esta facultad le corresponderá al gobierno provincial. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado.

En el caso de proyectos de carácter estratégico la emisión de la licencia ambiental será responsabilidad de la autoridad nacional ambiental. Cuando un municipio ejecute por administración directa obras que requieran de licencia ambiental, no podrá ejercer como entidad ambiental de control sobre esa obra; el gobierno autónomo descentralizado provincial correspondiente será, entonces, la

entidad ambiental de control y además realizará auditorías sobre las licencias otorgadas las obras por contrato por los gobiernos municipales. Las obras o proyectos que deberán obtener licencia ambiental son aquellas que causan graves impactos al ambiente, que entrañan riesgo ambiental y/o que atentan contra la salud y el bienestar de los seres humanos de conformidad con la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferente de especies nativas y adaptadas a la zona; y, educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza. Estas actividades serán coordinadas con las políticas, programas y proyectos ambientales de todos los demás niveles de gobierno, sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales.

Los gobiernos autónomos descentralizados regionales y provinciales, en coordinación con los consejos de cuencas hidrográficas podrán establecer tasas vinculadas a la obtención de recursos destinados a la conservación de las cuencas hidrográficas y la gestión ambiental; cuyos recursos se utilizarán, con la participación de los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales y las comunidades rurales, para la conservación y recuperación de los ecosistemas donde se encuentran las fuentes y cursos de agua.

Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida

Una vida digna implica pensar en un hábitat urbano y rural, natural y artificial, que sea sostenible, equitativo, seguro, adaptable y ambientalmente sano, que respalde el desarrollo urbano y el acceso a la vivienda, y que propenda a la responsabilidad intergeneracional pensando en el manejo responsable y sostenible de recursos como el agua, el suelo, el aire y el espacio público. El reto se amplía con la necesidad de articular las acciones para que la vivienda sea una pieza que permita un desarrollo integral. Es así como el derecho a la vivienda digna, adecuada y segura se relaciona con la capacidad de conexión con los sistemas tanto de infraestructura (agua potable y saneamiento adecuado, electricidad de la red pública, gestión integral de desechos, condiciones materiales adecuadas, con espacio suficiente, ubicadas en zonas seguras, con accesibilidad) como con los sistemas no tangibles como la cultura y la comunidad, que aseguran la gestión democrática de las ciudades mediante formas directas y representativas de participación ciudadana en la planificación y gestión de entornos y espacios seguros, y con mecanismos de información pública, transparencia y rendición de cuentas,

anteponiendo el interés general al particular y asegurando el bienestar colectivo de los habitantes en condiciones de igualdad y justicia.

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones

En este sentido, se propone una gobernanza sostenible de los recursos naturales no renovables, a través del establecimiento de prácticas responsables con el medio ambiente y con la población, y el establecimiento de límites a las actividades extractivas cuando amenacen áreas protegidas, territorios ancestrales sagrados, fuentes de agua, entre otros.

a política de ordenamiento territorial, en la que interactúan los distintos niveles de gobierno (Gobierno Central, los Gobiernos Autónomos Descentralizados) y la sociedad civil, vigilará que las actividades productivas y obras de infraestructura, que entren en conflicto con el objetivo estratégico de conservación, cumplan con estrictas normas de gestión ambiental, y cuenten con infraestructuras resilientes, promuevan la industrialización inclusiva y sostenible, fomenten la innovación, y se adecuen a los principios, directrices y lineamientos de la Estrategia Territorial Nacional. Esto exige una gestión del suelo que no comprometa su uso y acceso a las futuras generaciones, con lo que se garantizan los recursos necesarios para la satisfacción de sus necesidades

Políticas del objetivo 3

3.1 Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.

3.2 Distribuir equitativamente el acceso al patrimonio natural, así como los beneficios y riqueza obtenidos por su aprovechamiento, y promover la gobernanza sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables.

3.3 Precautelarse el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales no renovables.

3.4 Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

3.5 Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables, propiciando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía.

3.6 Impulsar la generación de bioconocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema de bioseguridad que precautele las condiciones ambientales que pudieran afectar a las personas y otros seres vivos.

3.7 Incentivar la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía, fomentando el reciclaje y combatiendo la obsolescencia programada.

3.8 Promover un proceso regional de protección y cuidado de la Amazonía, como la mayor cuenca hidrográfica del mundo.3.9Liderar una diplomacia verde y una voz propositiva por la justicia ambiental, en defensa de los derechos de la naturaleza

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

Basándose en la guía metodológica para la evaluación de la huella hídrica en una cuenca hidrográfica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017 se establece el procedimiento para calcular la huella hídrica azul, verde, gris y total, ya sea de un proceso o grupo de procesos antrópicos, de un producto, una empresa o sector empresarial, para un consumidor de una cuenca.

Por medio de la plataforma (ArcGis), se delimitó la Microcuenca del Río Guano (MCRG) y se evaluó la huella hídrica considerando las cuatro fases planteadas en la guía.

La investigación es de tipo descriptiva, ya que se van a observar, describir, e identificar diferentes factores presentes en la zona de estudio. Es decir, no se va a manipular o experimentar con ningún factor, teniendo en cuenta que pueden ser ambientales, económicos o sociales. La población de estudio es la microcuenca del río Guano, por tanto, para la evaluación de la huella hídrica se obtendrá información puntual de ciertos parámetros y criterios propios de la población de estudio. Todo lo mencionado se obtendrá a través de visitas de campo con el recorrido de la microcuenca del río Guano y se identificarán las actividades antropogénicas presentes en la zona de estudio.

2.1 Contabilidad de la huella hídrica de la microcuenca del Río Guano

2.1.1 *Levantamiento de información base*

Para la recopilación de información consideraron dos fuentes: trabajo de campo en la MCRG (fichas de campo para los diferentes puntos de muestreo de cada tramo) como fuente primaria de información y como fuente secundaria, aquella propiciada por entidades oficiales específicamente de la provincia de Chimborazo: SENAGUA, GADP SAN ANDRES, GADP SAN ISIDRO DE PATULÚ, GADM GUANO.

2.1.2 *Identificación de puntos de monitoreo*

Para el desarrollo de éste punto se establecieron los puntos de monitoreo más representativos, de los cuales se pudo obtener información precisa de los sectores económicos de la zona de estudio. Para ello se planificaron visitas in situ con la contribución del Grupo de Investigación y Desarrollo para el Ambiente y Cambio Climático (**GIDAC**) de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, con quienes se realizó el recorrido de la microcuenca para la definición de los sectores económicos de la zona de estudio, del tipo de suelo, distribución de suelos agrícolas, aquello bajo los siguientes criterios metodológicos:

- Accesibilidad. – Se consideraron los puntos seleccionados de fácil acceso y disponibilidad de información.
- Representatividad. – Siguiendo los protocolos de muestreo para agua y suelo, recolectando muestras representativas que garantizaron la confiabilidad de los resultados.
- Confluencia. –Considerándose muestras a ser analizadas tras la presencia de dos o más efluentes.

2.1.2.1 *Selección de la muestra*

Se realizó una base de datos de la población existente aledaña a los puntos de muestreo seleccionados, basándose en la información recopilada del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guano y parroquias rurales y la gestión coordinada con instituciones establecidas en la zona de estudio, de las que se destacan los Infocentros comunitarios de la provincia de Chimborazo (Institución regida por el Ministerio de telecomunicaciones del Ecuador y la gestión coordinada con el Gestor Social de ellos en la Provincia institución guía en el reconocimiento del lugar y puntos críticos.

Conociendo el número de habitantes de cada comunidad de los puntos de muestreo, se identificó el tamaño de la muestra para la población potente para ser entrevistada aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

(Ec 1-2)

Donde:

n =Tamaño de la muestra

N= Población

Z= Nivel de confianza (1,96)

p= Probabilidad de éxito (0.05)

q= Probabilidad de fracaso (0.95)

E= error máximo admisible (0.05)

Una vez definido el tamaño de muestra de cada uno de los puntos, se procedió a realizar encuestas a las personas del sector para conocer las actividades que se desarrollan en el lugar que demandan el recurso hídrico.

2.1.2.2 Muestreo de agua

Caracterización Física, Química y microbiológica.

Empleando el muestreo aleatorio simple en cada uno de los tramos y realizando un cuarteo en el fragmento del río para tener homogeneidad, se establecieron.

Los parámetros de análisis físico químico y microbiológico de las muestras: Turbidez, DBO5, DQO, Sólidos totales disueltos, Oxígeno Disuelto, aceites y grasas, nitritos, fosfatos, carbonatos y cloro hexavalente. Para el efecto se tomaron 1000ml de agua en recipientes de plástico, sellados y etiquetados, para el análisis microbiológico (coliformes fecales y totales) se procedió a recolectar 100ml.

El análisis de los parámetros físicos temperatura y pH se realizaron in situ empleando tiras indicadoras de pH y un termómetro. Para la determinación de la presencia y/o ausencia de material flotante se consideró la observación directa.

Tabla 2-1: Parámetros físico-químicos y microbiológicos analizados.

Parámetros
DBO5
DQO
Turbidez
Sólidos totales disueltos
Coliformes totales
Coliformes fecales
Oxígeno disuelto
Nitritos
Fosfatos
Carbonatos
Cromo Hexavalente
Grasas y aceites
Sulfatos
Cloro libre residual

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

2.1.2.3 *Parámetros medidos in situ*

Tabla 2-2: Parámetros medidos in situ

Parámetros
T°
Ph
Materia flotante
Caudal

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Medición de caudal

La medición de caudales dentro aplicó el método del flotador, para ello se necesitó estacas, piola, pelotas de espuma flex y un metro.

Como primer paso se escogió un tramo del río en el que la lámina de agua sea lo más pareja posible, se marcó como punto A al inicio del tramo y punto B al final, se colocaron las estacas y se midió el ancho de río y la distancia entre los puntos. Para calcular la velocidad del río se lanzó la pelota desde el punto A hasta el punto B y se registró el tiempo, esto por cinco ocasiones.

Con los datos de tiempo se calculó la velocidad promedio de la microcuenca:

$$V = \frac{d}{t}$$

(Ec 2-2)

Donde:

V: velocidad (m/s).

d= distancia del recorrido (m).

t= tiempo promedio recorrido del flotador (s).

El área transversal del Río se lo determinó con su profundidad y ancho. Para determinar la profundidad del río se establecieron puntos de medida cada 10 cm, mientras que para el ancho la medición fue al inicio y final del tramo. Con los datos encontrados, se calculó el valor promedio de las variables profundidad y ancho, para posterior a ello obtener su área transversal:

$$At = w * P$$

(Ec. 3-2)

Donde:

At: área transversal (m²).

W: ancho del río (m).

P: Profundidad del río (m).

Para obtener el valor del caudal por este método se aplicó la ecuación:

$$Q = At * V * c$$

(Ec. 4-2)

Donde:

Q: caudal (m³/s).

At: área transversal (m²).

V: velocidad (m/s).

C: factor de corrección o correlación (Anexo O).

2.1.2.4 Requerimientos para el software Cropwat 8.0

Una de las herramientas existentes para el cálculo de la huella hídrica en el sector agrícola es el software CROPWAT 8.0, con el que se puede evaluar la cantidad de riego de manera indirecta, ajustando los valores de coeficiente de cultivo K_C , éste utiliza el método Penman-Monteith recomendado por la FAO y que permite calcular el requerimiento de agua por cada tipo de cultivo a través de la Evapotranspiración.

El programa trabaja con tres variables:

Clima

Se recolectó información de la zona de estudio de la estación Agrometeorológica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de las cuales se obtuvieron datos de Temperatura, Humedad relativa, radiación, velocidad del viento y precipitación del año 2018, con esta información se trabajó para todos los cultivos que se analizaron al interior de la MCRG.

Cultivo

Ajuste de $K_{C_{med}}$ y $K_{C_{final}}$

Por otro lado, los coeficientes de cultivo ($K_{C_{med}}$ y $K_{C_{fin}}$) se ajustaron para una mejor precisión en los resultados, a partir de la formula establecido en el estudio de la FAO riego y drenaje.

$$K_{C_{media}} = K_{C_{media}}(C_{ua}) + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(HR_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (\text{Ec. 5-2})$$

Donde:

$K_{C_{med}}(C_{ua})$: Valor de $K_{C_{med}}$ obtenida del cuadro de valores de coeficientes únicos de cultivo (K_C) de la FAO,

U_2 : Valor medio diario de la velocidad del viento [ms^{-1}],

HR_{min} : Valor medio diario de humedad relativa mínima [%],

H: Altura media de las plantas [m]

$$Kc_{final} = Kc_{final}(Cua) + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(HR_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3}$$

(Ec. 6-2)

Donde:

$Kc_{fin}(Cua)$: Valor de Kc_{fin} obtenida del cuadro de valores de coeficientes únicos de cultivo (Kc) de la FAO,

U_2 : Valor medio diario de la velocidad del viento [ms^{-1}],

HR_{min} : Valor medio diario de humedad relativa mínima [%],

H: Altura media de las plantas [m]

El ajuste se realizó en los cultivos más representativos de la zona de estudio que dieron como resultado tras la realización de las encuestas pertinentes a cada punto establecido, así como también la observación directa en la MCRG.

Profundidad radicular y altura de las plantas

Para la determinación de la profundidad radicular de cada uno de los cultivos seleccionados previamente en base a la información del PDOT de la zona de estudio se excavó con una pala alrededor de la planta y una vez encontrado el inicio de la raíz se la extrajo, y se midió la profundidad radicular y la altura de la planta.

Fecha de siembra y cosecha

Estos datos fueron adquiridos directamente de las entrevistas realizadas a los habitantes de la MCRG, las cuales se enfocaron en la fecha de siembra y cosecha de los diferentes cultivos en estudio.

Etapa, Fracción de agotamiento crítico, Respuesta de rendimiento

La obtención de estos datos fue directamente del estudio de riego y drenaje de la FAO que nos presenta tablas con los valores requeridos para cada cultivo.

Suelo

Humedad y textura

Para establecer el valor de humedad y textura del suelo se procedió a realizar un muestreo simple para cada uno de los puntos determinados, a partir de una sola extracción de suelo, una excavación de 25cm de profundidad, y la recolección de 1 Kg de suelo homogéneo perfectamente sellado y trasladadas inmediatamente para su análisis en el laboratorio CESTTA de la ESPOCH.

Tasa máxima de Infiltración

Por el método del anillo simple conocido como infiltrómetro, se procedió anclar el cilindro con ayuda de un martillo a unos 10 cm de profundidad para conseguir estabilidad en el cilindro, se colocó agua y se registró por medio de un cronometro el tiempo en el que el agua descendía en un periodo de 5 min. Para el cálculo se utilizó el método logarítmico:

$$R = \frac{N1 - N2}{\Delta t}$$

(Ec. 3-2)

Donde:

R: velocidad de infiltración (mm/d)

N1 y N2: variación de altura del agua (mm)

Δt : tiempo parcial (d)

2.1.3 Cálculo de la huella Hídrica por sectores

2.1.3.1 Sector Agrícola

Para las huellas hídricas verde y azul, se empleó el software CROPWAT 8.0 a partir de un balance diario de agua en el suelo.

Huella Azul y Verde agrícola

Considerando el agua que necesita un cultivo para suplir la necesidad hídrica por medio de la

precipitación efectiva que es la que infiltra en el suelo y no se pierde por escorrentía, si existe escasez de precipitación se implementa riego en el cultivo, teniendo en cuenta que toda el agua incorporada al suelo no es evapotranspirada.

El componente verde de la evapotranspiración correspondió al mínimo entre el requerimiento hídrico del cultivo y la precipitación efectiva.

$$ET_{verde} = \min (\text{Requerimiento hídrico de cultivo}, \text{Precipitación Efectiva})$$

(Ec. 8-2)

En caso de existir un Déficit de humedad en la cosecha, se consideró que ésta agua ha sido evapotranspirada por el cultivo y se asignó a la ETverde total

$$ET_{verde\ total} = ET_{verde} + \text{Déf. de hum. en cosecha}$$

(Ec. 9-2)

El componente azul de la evapotranspiración correspondió al mínimo entre el requerimiento de riego y la irrigación efectiva:

$$ET_{azul} = \min (\text{Requerimiento de riego}, \text{Irrigación efectiva})$$

(Ec. 10-2)

$$\text{Irrigación Efectiva} = \text{Uso real de agua del cultivo} - (ET_{verde} \text{ o } ET_{verde\ total})$$

(Ec. 11-2)

Una vez obtenidos los valores de evapotranspiración verde y azul se calculó la huella hídrica verde y azul con base en el rendimiento de cada cultivo: primero se realizó el factor de conversión de mm a m³/ha (ET = CWU) y se dividió entre el rendimiento de cada cultivo, dato obtenido del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) y del MAG (Ministerio de Agricultura).

$$HH\ Azul\ A = \sum \frac{CWU}{Y}$$

(Ec. 12-2)

Donde:

HH Azul A: Huella Hídrica Azul del sector agrícola (m³/t).

CWU: Consumo de agua de cultivo (m³/ha).

Y: Rendimiento de cada cultivo (t/ha).

$$HH\ Verde\ A = \sum \frac{CWU}{Y}$$

(Ec. 13-2)

Donde:

HH Azul A: Huella Hídrica Verde del sector agrícola (m³/t).

CWU: Consumo de agua de cultivo (m³/ha).

Y: Rendimiento de cada cultivo (t/ha).

Huella Gris agrícola

Para la estimación de la Huella Hídrica Gris agrícola se utilizó como referente la presencia de nitritos correspondiente a la cantidad aplicada de fertilizante que manejan los agricultores para sus cultivos, multiplicada por la fracción de escorrentía del producto expresada en %. La concentración máxima y natural corresponde a nitritos respecto a cada cultivo según lo expuesto en el TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente).

Fue necesario dividir sobre el rendimiento de cada cultivo para establecerse en las mismas unidades de la huella azul y verde del mismo sector mediante la siguiente fórmula:

$$HH\ Gris\ A = \sum \frac{(AR*\alpha)}{\frac{(Cmax-Cnat)}{Y}}$$

(Ec. 14-2)

Donde:

HH Gris A: Huella Hídrica Gris del sector agrícola (m³/t).

AR: Cantidad aplicada de fertilizante por hectárea (Kg/ha).
 α : fracción de escorrentía del producto expresada en % (10%).
 Cmax: Concentración máxima nitrógeno amoniacal (Kg/m³).
 Cnat: Concentración natural nitrógeno amoniacal (Kg/m³).
 Y: Rendimiento de cada cultivo (t/ha).

2.1.3.2 Sector Pecuario

Para la cuantificación de las huellas hídricas pecuarias verde, azul y gris se centró en las especies más representativas de la MCRG y el consumo de recursos.

Huella Verde y Azul pecuario

Se tomó en cuenta el agua que necesitan los animales para su funcionamiento fisiológico, así como también la cantidad de alimento que requieren.

Para el cálculo de la huella hídrica verde fue necesario emplear el mismo procedimiento que en los cultivos por medio del CROPWAT 8.0 para los cultivos que sirven de alimento, así como también la cantidad de alimento promedio que requiere un ejemplar al año.

$$HH Verde P = \sum(HH Verde cultivos * CFV)$$

(Ec. 15-2)

HH Verde P: Huella hídrica verde pecuario (m³/año)

HH Verde cultivos: Huella hídrica verde calculada para los cultivos con los que alimentan a los animales (m³/t)

CFV: Consumo de forraje verde (t/año)

La huella hídrica azul requiere el volumen de agua que consumen los animales por su actividad fisiológica, el peso promedio de cada especie y la cantidad total de animales presentes en la MCRG.

$$HH Azul P = \sum \frac{VC}{W*N}$$

(Ec. 16-2)

HH Azul P: Huella hídrica azul pecuario (m³/t)

VC: Volumen de agua consumido (m³)

W: Peso promedio de la especie (t)

N: Número de animales por especie

Huella Gris Pecuario

En el cálculo de huella gris se empleó la misma metodología de la huella agrícola gris, usando datos de contaminantes presentes en orina y heces de las especies representativas. Dadas las concentraciones naturales y los estándares ambientales para una descarga un cuerpo de agua, se estimó con la siguiente formula:

$$HH\ Gris\ P = \sum \frac{E * \alpha}{C_{max} - C_{nat}}$$

(Ec. 17-2)

HH Gris P: Huella Hídrica Gris pecuario (m³/año).

E: Contenido de nitrógeno en la excreción fecal o urinaria (Kg/año).

α : Tasa de lixiviación del nitrógeno en % (10%).

C_{max}: Concentración máxima nitrógeno (Kg/m³).

C_{nat}: Concentración natural nitrógeno (Kg/m³).

2.1.3.3 Sector Industrial

Se centró la actividad en la Huella Hídrica Azul y Gris, la Huella Hídrica verde fue desestimada debido a que industrialmente no intervienen la producción de cultivos.

Huella Azul Industrial

Para la cuantificación de la Huella Azul industrial se realizó un balance de agua del proceso, es decir, una diferencia entre el caudal de entrada (afluente) menos el caudal de salida (efluente), obteniendo como resultado la cantidad de agua que ha sido incorporada durante el proceso o a su vez evaporada.

$$HH \text{ Azul } I = Afluente - Efluente$$

(Ec. 18-2)

Donde:

HH Azul I: Huella Hídrica Azul Industrial (m³/año).

Afluente: Volumen de agua destinada a las actividades industriales (m³/año).

Efluente: Volumen de agua descargada posteriormente a su utilización (m³/año).

Huella Gris Industrial

Se consideró el agua dulce requerida para asimilar los contaminantes aceites y grasas. Dadas las concentraciones naturales y los estándares ambientales para una descarga un cuerpo de agua, se estimó con la siguiente formula:

$$HH \text{ Gris } I = \frac{Q * C}{C_{max} - C_{nat}}$$

(Ec. 19-2)

HH Gris I: Huella Hídrica Gris Industrial (m³/año).

Q: Caudal de salida del sector industrial (l/s).

C: Concentración del contaminante (mg/l).

C_{max}: Concentración máxima (mg/l)

C_{nat}: Concentración natural de un cuerpo de agua (mg/l)

2.1.3.4 Sector Doméstico

La Huella Hídrica del sector doméstico debido a la falta de actividades productivas se centró en el se calculó de la huella hídrica azul y gris, enfocado en el consumo de agua por cada habitante de la muestra que ha sido seleccionada

Huella Azul Doméstica

Con el fin de calcular la Huella Hídrica Azul se estableció una diferencia de la cantidad de agua destinada a la actividad evaluada y la cantidad de agua calculada.

$$HH \text{ Azul } D = Afluente - Efluente$$

(Ec. 40-2)

Donde:

HH Azul D: Huella Hídrica Azul Doméstica (m³/año).

Afluente: Volumen de agua destinada a la actividad doméstica (m³/año).

Efluente: Volumen de agua calculada (m³/año).

Huella Gris Doméstica

En el caso de la Huella Hídrica Gris para su evaluación se tomó en cuenta las concentraciones de los contaminantes como DBO₅ y las concentraciones naturales de los mismos. Se tomó en consideración los estándares ambientales de calidad de agua. Se estimó con la siguiente formula:

$$HH \text{ Gris } D = \frac{Q * C}{C_{max} - C_{nat}}$$

(Ec. 51-2)

HH Gris D: Huella Hídrica Gris Doméstica (m³/año).

Q: Caudal de salida del sector Doméstico (l/s).

C: Concentración DBO₅ (mg/l).

C_{max}: Concentración máxima DBO₅ (mg/l)

C_{nat}: Concentración natural de un cuerpo de agua DBO₅ (mg/l)

2.1.4 *Cálculo de la Huella Hídrica Total de la Micro Cuenca del río Guano*

Para el cálculo de la huella hídrica de una microcuenca se realizó la sumatoria de las huellas hídricas de todos los procesos que ocurren en el interior de esta:

$$HH_{area} = HH \text{ sect}[A] + HH \text{ sect}[P] + HH \text{ sect}[I] + HH \text{ sect}[D]$$

(Ec. 62-2)

Donde:

HH_{area} : Se define como la huella hídrica del área geográficamente delimitada, en este caso la microcuenca.

$HH_{\text{sec A}}$: como la huella hídrica del sector “A” en cuestión, que hace referencia sector Agrícola.

$HH_{\text{sec P}}$: como la huella hídrica del sector “P” en cuestión, que hace referencia sector Pecuario.

$HH_{\text{sec I}}$: como la huella hídrica del sector “I” en cuestión, que hace referencia sector Industrial.

$HH_{\text{sec D}}$: como la huella hídrica del sector “D” en cuestión, que hace referencia sector Doméstico.

2.2 Análisis de Sostenibilidad

Los criterios ya establecidos en la guía metodológica fueron el punto de partida para la evaluación de la Huella Hídrica de la microcuenca del río Guano:

$E < 1$: existe sostenibilidad

$E = 1$: utiliza el agua total

$E > 1$: insostenibilidad

2.2.1 Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica azul

El análisis de sostenibilidad ambiental de la huella hídrica azul tuvo como finalidad cuantificar la apropiación de agua azul destinada al uso humano.

Disponibilidad de agua azul

$$DA_{\text{Azul}} = \text{Oferta} - \text{Caudal}_{\text{ecológico}}$$

(Ec. 73-2)

Donde:

Oferta: escorrentía natural, es decir, antes de la intervención humana.

Caudal ecológico: cantidad necesaria de agua para que los ecosistemas y las necesidades básicas humanas se mantengan.

El caudal ecológico definido como el 10% del caudal medio mensual multianual en una de sus transitorias.

Escasez de agua Azul

La escasez de agua azul se calculó relacionando la huella hídrica total azul dividida para la disponibilidad de agua azul.

$$E_{Azul} = \sum \frac{HH_{Azul}}{DA_{Azul}}$$

(Ec. 84-2)

Donde:

HH_{Azul}: huella hídrica azul total de la micro cuenca

DA_{Azul}: Disponibilidad de agua Azul

2.2.2 Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica verde

El análisis de sostenibilidad de la huella hídrica verde buscó la cuantificación de agua verde total en la micro cuenca.

Disponibilidad de agua verde

La disponibilidad de agua verde se estimó con base en los flujos evaporativos de agua almacenada en el suelo: humedad proveniente de la precipitación, incluyendo la evapotranspiración real que toma lugar en la microcuenca.

$$DA_{Verde} = ET_{Verde} - ET_{Zonas protegidas} - ET_{No prod}$$

$$DA_{Verde} = ET_{Verde}$$

(Ec. 9-2)

La disponibilidad de agua verde fue igual a la Evotranspiración debido a que no se relacionó la Evotranspiración (ET) de zonas protegidas y la ET No producidas, debido a que dichos valores son vinculados cuando se desarrollan actividades agrícolas o ganaderas en un área natural protegida. Aquí se genera una competencia entre el medio ambiente y los sectores productivos por el agua verde, y en el Ecuador la legislación controla la conservación de las áreas protegidas, evitando invasiones en las mismas.

Escasez de agua verde

$$E_{Verde} = \sum \frac{HH_{Verde}}{DA_{Verde}}$$

(Ec. 106-2)

Donde:

HH_{Azul}: huella hídrica verde total de la microcuenca y

DA_{Azul}: Disponibilidad de agua verde.

2.2.3 Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica gris

La sostenibilidad en esta Huella Hídrica Gris, se evaluó determinando el Nivel de contaminación de agua (NCA).

$$NCA = \frac{HH_{Gris}}{R_{real}}$$

(Ec. 117-2)

Donde:

HH_{Gris}: Huella hídrica Gris

R_{real}: Escorrentía Real

Un valor mayor a 1 de NCA indica que la situación es insostenible y que la capacidad asimilativa de la microcuenca ha sido completamente consumida y aún sobrepasada.

2.2.4 *Análisis de la sostenibilidad económica de la huella hídrica*

El análisis de sostenibilidad económica de la huella hídrica permitió comparar la eficiencia económica del uso del agua entre las diferentes actividades productivas que se llevan a cabo dentro de la MCRG.

Productividad aparente del agua

$$APW_{Azul} = \frac{\text{Precio de mercado} \left(\frac{\$}{\text{unidad de producto}} \right)}{HH \text{ Azul (m}^3/\text{unidad de producto)}}$$

(Ec. 128-2)

En donde:

APW azul: Productividad aparente del agua azul, \$/m³ de agua azul consumida

Productividad aparente de la tierra (ALP)

Este indicador representa el valor económico a precios constantes por hectárea de tierra cultivada, aplicada solo para el sector agrícola.

$$ALP = \text{Precio de mercado} \frac{\$}{\text{ton}} * \text{rendimiento} \frac{\text{ton}}{\text{hec}}$$

(Ec. 139-2)

Donde:

ALP= Productividad Aparente de la Tierra

Rendimiento= Rendimiento de cada cultivo

2.3 **Análisis FODA**

Para el análisis FODA fue necesario enmarcar una lista de fortalezas y debilidades actuales, posteriormente se creó una lista de oportunidades y amenazas a futuro, que sirvan como guía para la formulación de estrategias y política comunitaria.

Tabla 1-2: Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	Amenazas

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

2.4 Formulación de estrategias para la gestión y política comunitaria en respuesta a la huella hídrica.

La formulación de estrategias para la gestión y política comunitaria en respuesta a la huella hídrica se basó en las directrices y lineamientos territoriales del Plan Nacional de Desarrollo “TODA UNA VIDA”, y del “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN GUANO”, relacionándolos con los resultados obtenidos de las huellas hídricas verde, azul, y gris para cada uno de los sectores de la MCRG.

Tabla 2-1: Modelo para la formulación de estrategias de gestión y política comunitaria

Sector	Propuesta – directrices y lineamientos territoriales Plan toda una vida	Estrategias de articulación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guano 2014-2019	Estrategias para la gestión y política comunitaria para la huella hídrica agrícola
---------------	--	---	---

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Contabilidad de la huella hídrica de la microcuenca del río Guano

3.1.1 *Levantamiento de información base*

3.1.2 *Identificación de puntos de monitoreo*

Durante el trabajo de campo realizado se establecieron los puntos de muestreo, los mismos que se encuentran en la tabla 1-3 y 2-3.

Es así que tomado en cuenta los factores enunciados se seleccionaron 7 puntos de muestreo en las siguientes comunidades:

Tabla 1-3: Comunidades cercanas a la MCRG

Puntos	Comunidades cercanas
1	Sanjapamba
2	San Francisco de la Turum
3	Miraflores
4	Balzayan
5	El Rosario - El Alce
6	Los Elenes
7	Tamaute

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Tabla 2-3: Coordenadas de los puntos de monitoreo seleccionados en la MCRG

Puntos	Longitud	Latitud	Altitud
P1	752311	9824889	3188
P2	754161	9824719	3000
P3	756002	9823479	2989
P4	758871	9822383	2827
P5	762092	9821872	2748
P6	766075	9821029	2604
P7	768517	9818080	2523

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

P1: Se encuentra ubicado en la microcuenca del río Guano en el sector conocido como Sanjapamba, en las coordenadas 752311 de longitud y 9824889 de latitud a una altura de 3188 m.s.n.m., existiendo un punto de captación del río Guano que es distribuido a las comunidades aledañas: Cuatro Esquinas, Pulingui, Santa Rosa, San Pablo, Santa Fe, Santa Anita, Tunzalao. En este sector se evidenciaron varias comunidades que cuentan con animales vacunos y ovinos principalmente, así como también la existencia de diferentes cultivos agrícolas.

P2: Se encuentra ubicado en la microcuenca del río Guano en el sector de San Francisco de la Turum, en las coordenadas 754161 de longitud y 9824719 de latitud a una altura de 3000 m.s.n.m. En este punto se observa el crecimiento notorio del río Guano debido a los afluentes presentes. Existen pocos asentamientos humanos y agrícolas.

P3: Se encuentra ubicado en la microcuenca del río Guano en el sector de Miraflores en las coordenadas 756002 de longitud y 9823479 de latitud a una altura de 2989 m.s.n.m., en este punto se encuentra ubicada la cantera Miraflores que extrae ripio y macadán cercano al río Guano.

P4: Se encuentra ubicado en la microcuenca del río Guano en el sector Balzayan en las coordenadas 758871 de longitud y 9822383 de latitud a una altura de 2827 m.s.n.m., en el sector no existen muchos asentamientos humanos, sin embargo, existen varias canteras en menor escala que la cantera de Miraflores.

P5: Se encuentra ubicado en la microcuenca del río Guano en el sector El Rosario (Curtiembre El Alce) en las coordenadas 762092 de longitud y 9821872 de latitud a una altura de 2748 m.s.n.m., en

este punto totalmente urbanizado se encuentra presente la mayor industria del cantón Guano: La curtiembre “El Alce”

P6: Se encuentra ubicado en la microcuenca del río Guano en el sector Los Elenes en las coordenadas 766075 de longitud y 9821029 de latitud a una altura de 2604 m.s.n.m., establecido en el sector el parque acuático Los Elenes. También se pudo observar la presencia de ganado vacuno y pocos asentamientos poblacionales.

P7: Se encuentra ubicado en la microcuenca del río Guano en el sector de Tamaute, en las coordenadas 768517 de longitud y 9818080 de latitud a una altura de 2523 m.s.n.m., en este punto el río Guano desemboca en la subcuenca del río Chambo, se evidenció una gran actividad ganadera.

Selección de la muestra

Los valores del tamaño de las muestras se especifican en la tabla 3-3.

Tabla 3-2: Tamaño de la muestra de la MCRG

Puntos	N	n
P1	2497	70
P2	-	-
P3	227	55
P4	165	50
P5	6486	72
P6	12046	73
P7	237	56
	Total	376

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

El P1 se encuentra en el sector de Sanjapamba, sin embargo, debido a la poca apertura y colaboración de la población no fue posible realizar el número de entrevistas estimadas, sin embargo, fue suficiente la información obtenida por parte del presidente de la comunidad. El P2 se encuentra ubicado en el sector San Francisco de la Turum que no presentó asentamientos humanos, no obstante, en este punto, se logró entrevistar a un número muy pequeño de personas asentadas al lugar. En el P3 y P4 se obtuvo una muestra de 55 y 50 personas, obteniendo de información relevante de las canteras y del agua potable que abastece al lugar. En el P5 la muestra resultante fue de 72 personas, sin embargo, debido

a la información requerida la técnica de recolección de datos empleada se centró en la industria. En el P6, con una muestra de 73 personas, el enfoque principal fue la cantidad y uso de agua en el parque acuático los Elenes. En el P7 que está ubicado en el sector de Tamaute la muestra total fue de 56 personas debido a la población de 237 habitantes.

3.1.2.1 Muestreo de agua

Parámetros medidos in situ

Los parámetros que fueron medidos in situ: temperatura, pH, caudal y materia flotante en los 7 puntos se encuentran en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Resultados de los parámetros in situ

Parámetros	Puntos							Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
T(°C)	9	10	13	13	14	17	17	13.29
pH	7.5	6.5	7	7.3	8	7.3	8	7.37
Q(m ³ /s)	0.12	0.45	0.64	0.72	1.01	1.36	2.85	1.02
Materia flotante	ausencia	presencia						

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

El caudal medio fue 0.28m³/s, esto se debe a la diferencia en topografía, así como también a los afluentes que presenta el río Guano a lo largo de su cauce, es importante mencionar que el caudal fue medido en la época lluviosa. Según SENAGUA en el año 2013 el caudal del río Guano fue de 1.21m³/s, por lo que se denotó una pérdida del caudal con el paso del tiempo. La temperatura presentó una variabilidad de un punto a otro con una media de 13.29 °C, a lo que se puede atribuir que la altitud va disminuyendo provocando el incremento de temperatura. El pH promedio del río fue de 7.37 es decir, es un pH básico. Respecto a materia flotante, el primer punto fue el único que no lo presentó, es decir, en este punto el agua es totalmente cristalina a la vista, por el contrario, los 6 puntos restantes presentaban materia flotante.

Parámetros medidos en laboratorio

Los resultados obtenidos de los análisis de agua realizados en el laboratorio CESTTA se muestran en la tabla 5-3.

Tabla 5-3: Resultado de los parámetros de laboratorio

Parámetros	Unidades	Puntos						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
DBO5	mg/L	2	15	12	18	65	68	30
DQO	mg/L	<30	44	40	46	120	121	91
Turbidez	UNT	<0.64	86	60.1	70.5	102.1	190	155
Sólidos totales disueltos	mg/L	108	166	232	264	300	406	582
Coliformes totales	UFC/100mL	<1	733	800	930	2567	600	1300
Coliformes fecales	UFC/100mL	<1	130	133	208	280	75	110
Oxígeno disuelto	mg/L	6.7	7.7	7.7	7.5	6.1	4.7	6.3
Nitritos	mg/L	-	1.12	-	-	0.13	0.46	0.38
Fosfatos	mg/L	-	<1.7	-	-	<1.7	<1.7	<1.7
Carbonatos	mg/L	-	-	40	35	-	-	-
Cromo Hexavalente	mg/L	-	-	-	-	<0.02	-	-
Grasas y aceites	mg/L	-	-	-	-	<2	-	-
Sulfatos	mg/L	-	-	-	-	37	-	-
Cloro libre residual	mg/L	-	-	-	-	-	0.14	<0.1

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Fuente: Laboratorio CESTTA, 2019

Los análisis no fueron iguales para todos los puntos, esto dependía de las actividades antropogénicas de cada sector y la influencia que puedan tener en el río Guano.

Los análisis que se realizaron en todos los puntos fueron DBO₅, DQO, Turbidez, Sólidos totales disueltos, Coliformes totales, Coliformes fecales y Oxígeno disuelto. (Ver gráfico 3-1 y gráfico 3-2)

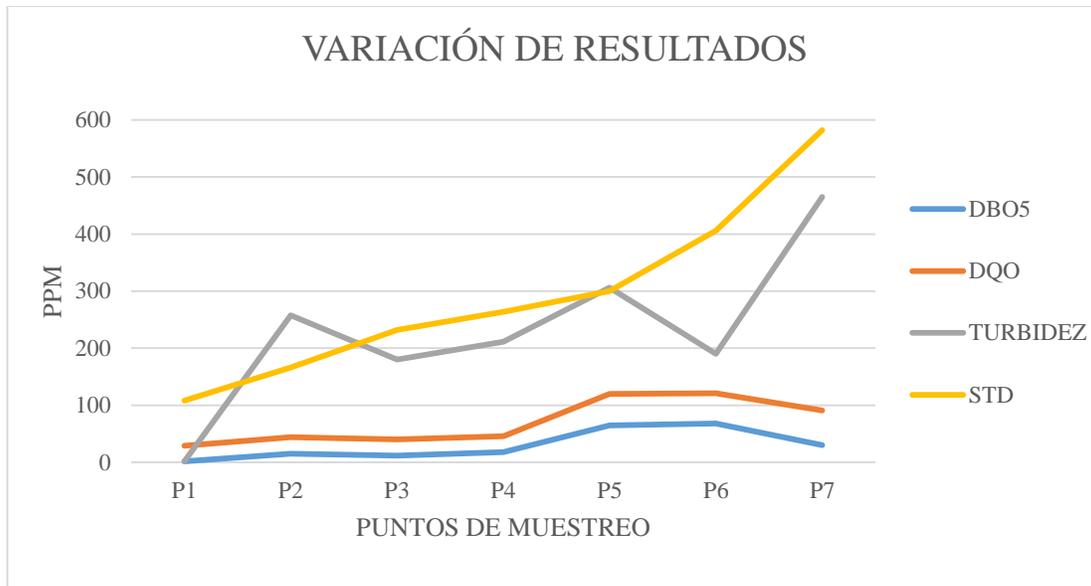


Gráfico 1-3: Parámetros medidos en los puntos de muestreo

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Los parámetros analizados empiezan con valores bajos en el P1 exceptuando los sólidos totales disueltos, esto a la no influencia humana o animal, en el sector se manteniendo las propiedades naturales. Tomando como referencia el TULSMA Libro VI Anexo I, se pudo verificar que el agua es apta para el consumo humano, pues únicamente requiere un tratamiento de desinfección. En el P2 existió un incremento especialmente de la turbidez y los sólidos totales disueltos, esto se atribuye al incremento del caudal por varios afluentes, conjuntamente aumentó la DBO5 y DQO debido a las descargas de aguas residuales. El P3 dio un descenso de la turbidez que pudo ser a causa de una depuración natural, sin embargo, los sólidos totales disueltos incrementaron debido a la presencia de materia inorgánica. En el P4 los parámetros aumentaron en una pequeña proporción debido a que son condiciones similares al P3 sin influencia de la de muchos asentamientos humanos. El P5 presentó un incremento considerable en todos los parámetros analizados, se atribuye a la presencia de una industria, así como también una amplia población, considerando que existe un punto de descarga de aguas grises. En el P6 se observó que la DBO5 y DQO no presentan mayor cambio, por el contrario, la turbidez disminuye debido a la oxigenación natural existente. En el P7 la DBO5 y DQO descienden, por el contrario, los sólidos totales disueltos y la turbidez incrementaron en gran proporción, todo esto se atribuyó a una autodepuración que se presentó en el cauce.

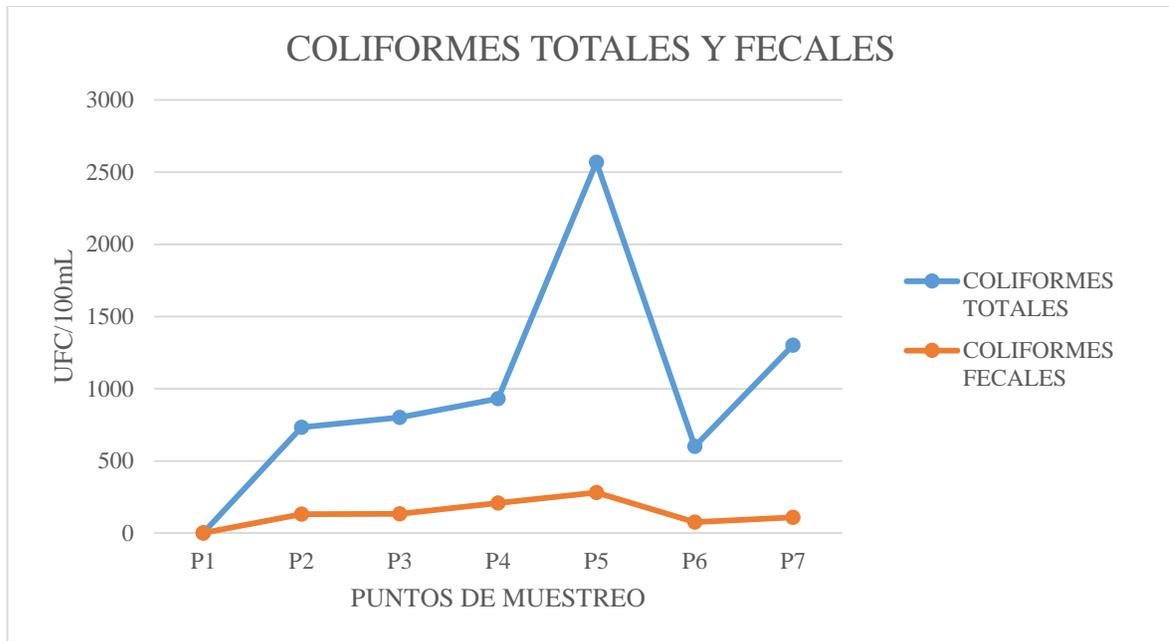


Gráfico 2-3: Parámetros medidos en los puntos de muestreo

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

En el P1 ambos parámetros se encuentran bajos, debido a que no existe actividad antropogénica, confirmando una vez más que el agua es apta para el consumo humano. En los P2, P3 y P4 en comparación con el P1, muestran un gran incremento atribuido a diferentes puntos de descargas, sin embargo, no existe gran variabilidad entre los tres. El P5 presenta un incremento bastante considerable en cuanto a coliformes totales debido a la presencia de la curtiembre, por el contrario, las coliformes fecales no varían en gran proporción. El P6 muestra una disminución en cuanto a las coliformes totales, sin embargo, éstas incrementan en el P7. Las coliformes fecales disminuyen en el P6 y P7 en comparación al P5, lo cual lo podemos atribuir a la presencia de pozos sépticos especialmente en el P7.

3.1.2.2 Requerimientos para el software CROPWAT

Este software requiere la utilización de variables muy específicas las cuales se encuentran descritas a continuación.

Clima

Tabla 6-3: Datos climáticos. CLIMWAT

AÑO 2018							
MESES	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA	VELOCIDAD DE VIENTO	INSOLACIÓN N	RADIACIÓN N	Eto
	Min	Max	Max	m/s	h	MJ/m ² /día	mm/día
ENERO	8.6	20.2	69	2.9	5.4	17.4	3.63
FEBRERO	8.8	20.2	66	2.6	5.1	17.4	3.68
MARZO	8.8	19.6	71	2.4	4.4	16.4	3.36
ABRIL	8.9	19.6	70	1.9	5.1	16.9	3.29
MAYO	8.8	19.3	70	2.3	5.4	16.3	3.24
JUNIO	7.8	18.4	72	2.5	5.4	15.7	3.03
JULIO	6.8	18.6	68	2.9	5.1	15.5	3.19
AGOSTO	6.3	19.2	67	3.1	6.0	17.7	3.57
SEPTIEMBRE	6.7	19.5	69	2.9	5.1	17.2	3.51
OCTUBRE	8.1	20.3	68	2.7	5.4	17.8	3.65
NOVIEMBRE	7.9	20.8	68	2.3	4.8	16.5	3.48
DICIEMBRE	8.2	20.8	68	2.6	5.5	17.3	3.63
PROMEDIO	8.0	19.7	69	2.6	5.2	16.8	3.44

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Fuente: CROPWAT 8.0

En la Tabla 6-3 se observó que los valores de temperatura mínima varían entre 6.3°C en agosto y 8.9°C en abril, obteniendo un promedio de 8.0°C. Por otro lado, la temperatura máxima varió entre 18.4°C en junio y 20.8° en los dos últimos meses del año, dando como promedio 19.7°C. La humedad relativa tuvo una variación de 66 en febrero y 72 en junio, obteniendo un promedio de 69. En cuanto a la velocidad del viento, la variación fue de 1.9 en abril y 3.1 en agosto, con un promedio de 2.6. La duración de la insolación llegó a variar entre 4.4 en marzo y 6.0 en agosto obteniendo un promedio de 5.2 de esta manera se llegó a una radiación promedio de 16.8 MJ/m²/día y una evapotranspiración de 3.44 mm/día.

Precipitación

Los datos de precipitación fueron indispensables para el presente estudio, por lo cual se recaudaron los valores mensuales del año 2018, presentados en la tabla 7-3

Tabla 7-3: Valores de precipitación y precipitación efectiva para el año 2018.

	PRECIPITACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN EFECTIVA (mm)
Enero	25	24
Febrero	45	41.8
Marzo	52	47.7
Abril	51	46.8
Mayo	30	28.6
Junio	38	35.7
Julio	16	15.6
Agosto	16	15.6
Septiembre	29	27.7
Octubre	48	44.3
Noviembre	46	42.6
Diciembre	28	26.7
Total	426	397

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Fuente: (CROPWAT 8.0)

En la tabla 7-3 podemos observar cómo varían los datos de precipitación, siendo el mínimo 16 en los meses de julio y agosto, mientras que la precipitación máxima fue de 52 en el mes de marzo, obteniendo un total de 426. Por consiguiente, mediante la utilización del software CROPWAT 8.0 la precipitación efectiva total fue de 397 mm

Cultivo

El coeficiente de cultivo varia acorde al tipo de cultivo, el Kc inicial, Kc medio, Kc final y la altura máxima del cultivo fueron tomados del estudio de la FAO riego y drenaje.

Tabla 8-3: Valores de coeficiente de crecimiento de cultivo inicial para todos los puntos de la MCRG

Cultivos	KC inicial	Kc medio	Kc final	H max (m)
Pasto	0.30	0.75	0.75	0.10
Alfalfa	0.40	0.95	0.90	0.70
Papas	0.50	1.15	0.75	0.60
Cebolla	0.70	1.05	0.8	0.50
Habas	0.50	1.15	0.3	0.8
Maíz	0.70	1.20	0.6	2

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Fuente: (Estudio FAO riego y drenaje, 2006, p.111)

Ajuste de Kc medio y Kc final

Se determinó los ajustes de Kc medio y Kc final para poder establecer una relación con las condiciones climáticas existente en el área de estudio representados en la tabla 9-3

Tabla 9-3: Ajuste de valores de los coeficientes de crecimiento de cultivo medio y final para los cultivos más representativos de la MCRG.

Cultivos	KC media	KC final
Pasto	0.72	0.72
Alfalfa	0.90	0.85
Papas	1.11	0.71
Cebolla	1.01	0.76
Habas	1.10	0.25
Maíz	1.13	0.54

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Mediante el ajuste del Kc medio y Kc final por medio de la fórmula establecida en el estudio de la FAO de riego y drenaje, se generaron valores similares a los ya establecidos, encontrándose relacionados con los datos climáticos reales de la zona de estudio.

Profundidad radicular y altura de las plantas

Tabla 10-3: Rangos de Altura y Profundidad radicular de los cultivos.

CULTIVO	ALTURA CULTIVOS (m)		PROFUNDIDAD RADICULAR (m)	
	MEDIA	FINAL	MINIMO	MÁXIMO
Pasto	0.39	0.33	0.32	1.24
Alfalfa	0.82	0.90	0.64	1.34
Papas	0.42	0.31	0.28	0.53
Cebolla	0.39	0.56	0.34	0.48
Habas	0.48	1.12	0.38	0.64
Maíz	1.53	1.95	0.69	1.57

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Los datos obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos en el estudio de la FAO de riego y drenaje.

Fecha de Siembra

Es el inicio de la siembra, depende del tipo de cultivo y condiciones climáticas de la zona, directamente relacionados con el ciclo productivo.

Tabla 11-3: Época de siembra.

CULTIVO	EPOCA
Pasto	Todo el año
Alfalfa	Todo el año
Papas	Todo el año
Cebolla	Enero
Habas	Abril, Noviembre
Maíz	Marzo, Agosto

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

La información presentada en la tabla 3-10 se definió partir de entrevistas realizadas con los pobladores de las zonas de interés de la MCRG, quienes supieron manifestar cuál es la época de siembra más oportuna, así como también el tiempo que tarda en culminar el ciclo productivo de cada tipo de cultivo. Por otro lado, la presencia de ganado vacuno y ovino requieren gran cantidad de pasto y alfalfa ya que representan la base de la actividad productiva por sus diferentes derivados.

Etapas de crecimiento, fracción de agotamiento crítico, respuesta de rendimiento

Los valores presentados a continuación se extrajeron del estudio de la FAO de riego y drenaje, acorde al tipo de cultivo. (Ver tabla 11-3, tabla 12-3 y tabla 13-3)

Tabla 3-3: Duración de etapas de crecimiento para los cultivos.

ETAPAS					
Cultivo	Ini	Des	Med	Fin	Total
Pasto	25	25	15	10	75
Alfalfa	10	20	20	10	60
Papas	45	30	70	20	165
Cebolla	20	45	20	10	95
Habas	90	45	40	60	235
Maíz	20	35	40	30	125

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Fuente: (Estudio FAO riego y drenaje, 2006, p.104)

Tabla 4-3: Valores de fracción de agotamiento crítico para cada cultivo.

CULTIVO	AGOTAMIENTO CRÍTICO		
	INICIAL	MEDIO	FINAL
Pasto	0.60	0.64	0.68
Alfalfa	0.55	0.60	0.63
Papas	0.35	0.40	0.43
Cebolla	0.30	0.35	0.38
Habas	0.45	0.50	0.53
Maíz	0.62	0.60	0.58

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Fuente: (Estudio FAO riego y drenaje, 2006, p.163)

Tabla 5-3: Coeficientes estacionales de respuesta de la productividad de cada cultivo.

CULTIVO	F. RESPUESTA RENDIMIENTO				
Pasto	0.7	0.8	0.9	0.95	1
Alfalfa	0.7	0.8	0.9	1	1.1
Papas	0.7	0.8	0.9	1	1.1
Cebolla	0.75	0.85	0.95	1.05	1.1
Habas	0.75	0.85	0.95	1	1.05
Maíz	0.75	0.90	1	1.15	1.25

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Fuente: (Estudio FAO riego y drenaje, 2006, p.181)

Humedad y textura

La caracterización del suelo fue un punto clave para el estudio, por tal motivo se realizó un análisis de textura y humedad en cada uno de los puntos de muestreo, tabla 14-3.

Tabla 6-3: Resultados de textura y humedad del suelo.

Puntos	Textura	Humedad (%)	CC-PMP (mm/m)
P1	Arenoso-franco	10.85	100
P2	Franco-arenoso	12.35	120
P3	Franco-arenoso	7.27	120
P4	Franco-arenoso	8.21	120
P5	Arenoso-franco	7.14	100
P6	Arenoso-franco	8.15	100
P7	Franco-arenoso	4.73	120

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Fuente: Laboratorio CESTTA, 2019

Los P1, P5 y P6 son suelos arenoso-franco con una humedad variable entre 12.35% y 7.14%, son tierras aptas para cultivos muy específicos. Específicamente, el P1 presenta un suelo que debe ser nutrido con materia orgánica de manera regular para las diferentes cosechas que se realizan en el sector. Por otro lado, los puntos restantes poseen un suelo franco-arenoso propio de la sierra alta, con una humedad que varía entre 10.85% y 7.27%, siendo el P7 el que posee un porcentaje de humedad más bajo con 4.73%.

Tasa máxima de infiltración

Tabla 7-3: Resultados de textura y humedad del suelo.

Puntos	Textura	R (mm/d)
P1	Arenoso-franco	213.3
P2	Franco-arenoso	156.1
P3	Franco-arenoso	183.4
P4	Franco-arenoso	180.9
P5	Arenoso-franco	254.8
P6	Arenoso-franco	256.2
P7	Franco-arenoso	201.8

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

En cada punto de muestreo de la MCRG se realizó la tasa de infiltración, que se relaciona con la textura del suelo, así como también con la humedad del mismo. En el P1 la infiltración fue de 213.3 mm/h contextura arenoso-franco. Los P2, P3 y P4 franco-arenoso con tasa de infiltración de 156.1, 183.4 y 180.9 mm/h respectivamente. Los P5 y P6 de suelo arenoso-franco tuvieron una tasa de infiltración bastante cercana, 254.8 y 256.2 mm/h cada uno. Finalmente, el P7 con una tasa de infiltración de 201.8, suelo franco-arenoso.

3.1.3 Cálculo de la huella hídrica por sectores

3.1.3.1 Sector Agrícola

Huella hídrica por cultivo

Para la cuantificación de las huellas hídricas por cultivos se tomó en cuenta el volumen de agua y componentes agroquímicos utilizados para la producción de una tonelada de cultivo, sobresaliendo aquellos cultivos que requieren una mayor cantidad de agua y agroquímicos que podemos evidenciar en el gráfico 3-3, gráfico 4-3 y gráfico 5-3.

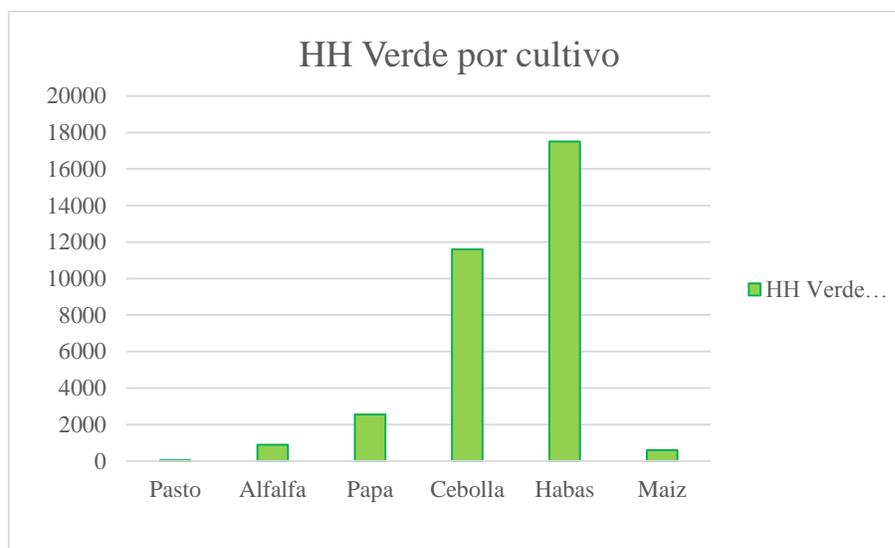


Gráfico 3-1: Huella Hídrica Verde Agrícola por tonelada de producción

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

La Huella Hídrica Verde del sector agrícola es un claro indicativo de los tipos de cultivos que mejor aprovechan el agua, presente como la humedad en el suelo a causa de las precipitaciones. Las habas y la cebolla son los cultivos más representativos, al estar disponible el agua verde en el medio dichos productos son los que mayor provecho le sacan al ocuparla. La HH Verde es inversamente proporcional al rendimiento, es decir, entre mayor es el rendimiento del cultivo menor será la HH Verde, en este caso el pasto tuvo el mayor rendimiento en comparación a los otros cultivos, su HH Verde de 474.3 m³/t. El pasto posee el mayor porcentaje de hectáreas sembradas en el área de estudio de la MCRG en comparación a los demás cultivos.

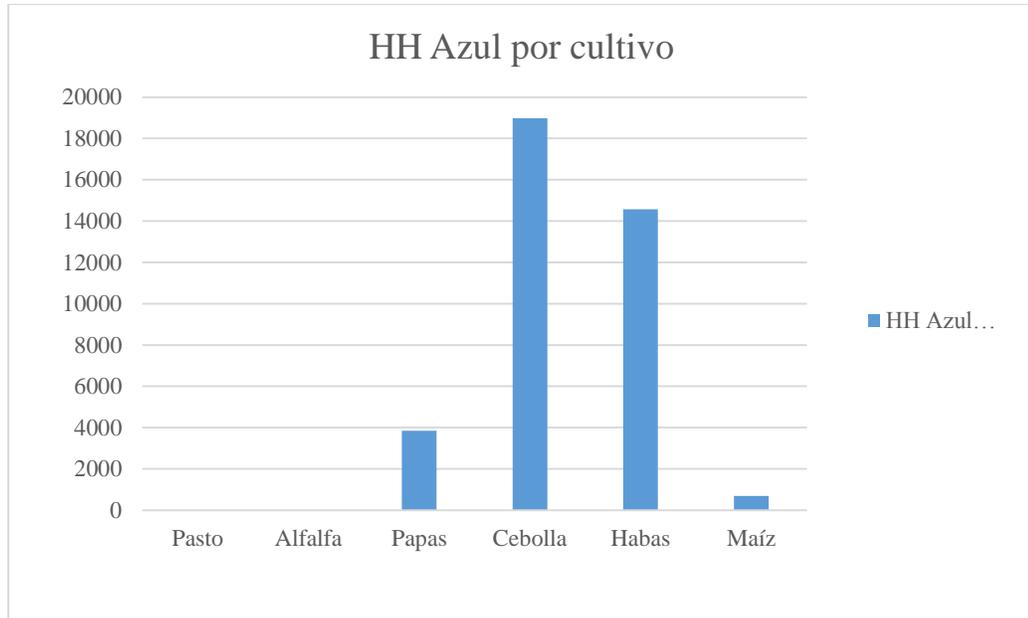


Gráfico 2-3: Huella Hídrica Azul Agrícola por tonelada de producción

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

El cultivo con la mayor Huella Hídrica Azul es la cebolla con 18977.8 m³/t, es decir es el cultivo que requiere mayor cantidad de agua de riego. El pasto y alfalfa son los cultivos de menor HH Azul ya que no requieren agua de regadío para su desarrollo, esto tiene relación con el tiempo de su cosecha.

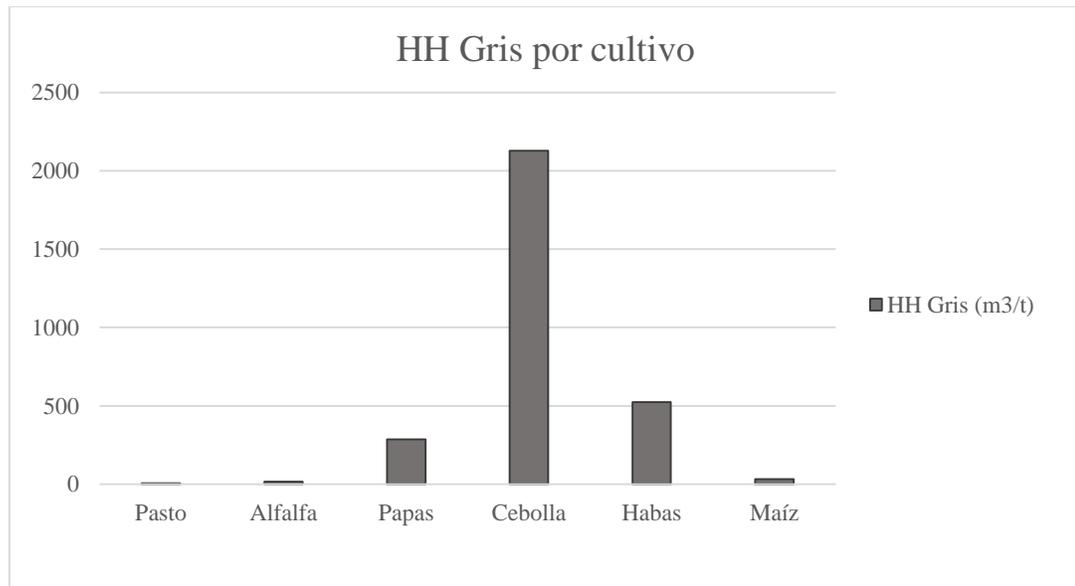


Gráfico 5-3: Huella Hídrica Gris Agrícola por tonelada de producción

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

El cultivo de cebolla es el de mayor Huella Hídrica Gris con 2127.13 m³/t, es decir, es el que mayor cantidad de agua requiere para disminuir la contaminación ocasionada por los diferentes tipos de fertilizantes usados, seguido por la papa y haba. El cultivo de pasto y alfalfa son los de menor HH Gris. En el presente estudio se evaluó la concentración de nitritos contaminantes provenientes de fertilizantes para la cuantificación de la HH Gris.

Huella Hídrica total del sector agrícola

En el gráfico 6-3 podemos evidenciar la cuantificación total de las Huellas Hídricas Verde, Azul y Gris del sector agrícola, siendo la HH Azul la mayor, es decir que los cultivos aprovechan el agua proveniente de precipitaciones y humedad en la tierra, sin embargo, requieren riego.

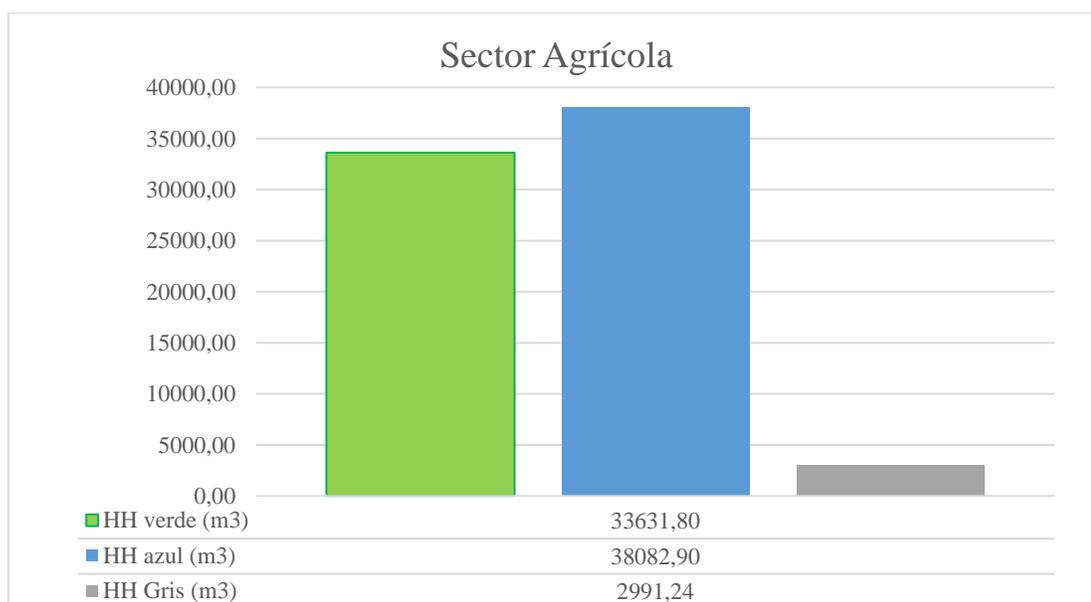


Gráfico 3-3: Huella Hídrica agrícola

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

3.1.3.2 Sector Pecuario

La cuantificación de la huella hídrica del sector pecuario de la MCRG se centra en el consumo de cultivo para alimento de animales, agua utilizada directa e indirectamente y la contaminación que representan los mismos.

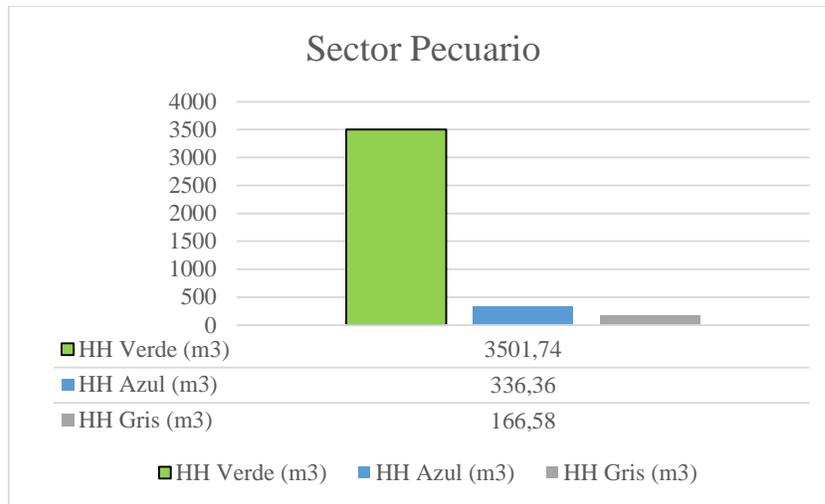


Gráfico 4-3: Huella Hídrica Pecuaria

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

En el sector pecuario la HH verde fue de 3501.75 m³ superando por mucho a la HH azul y gris que resultaron ser de 336.36 m³ y 166.58 m³ respectivamente. Lo mencionado se lo relaciona con la gran área de cultivos de pasto y alfalfa utilizados como alimento para animales.

3.1.3.3 Sector Industrial

El valor de la huella hídrica en el sector industrial de la MCRG es una cuantificación del agua utilizada en la curtiembre El Alce y en el parque acuático los Elenes, como se muestra en el gráfico 8-3.

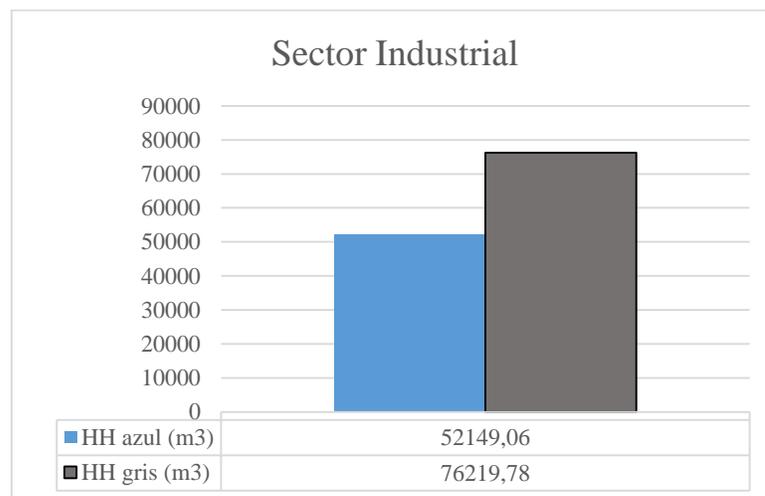


Gráfico 8-3: Huella Hídrica Industrial

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Como resultado de la HH azul se obtuvo 52149.06 m³, mientras que la HH gris es de 76219.78 m³, es decir la HH gris fue mayor. Podemos atribuir el mayor porcentaje de la HH azul al parque acuático los Elenes por al gran volumen de agua que requieren sus piscinas y la HH gris principalmente a la presencia de la curtiembre El Alce por sus diferentes etapas de proceso y empleo de productos químicos interviene el agua.

3.1.3.4 Sector Doméstico

La estimación de la HH del sector doméstico hace referencia al agua que consumen los habitantes de la microcuenca del río guano y se encuentra representado en el gráfico 9-3.

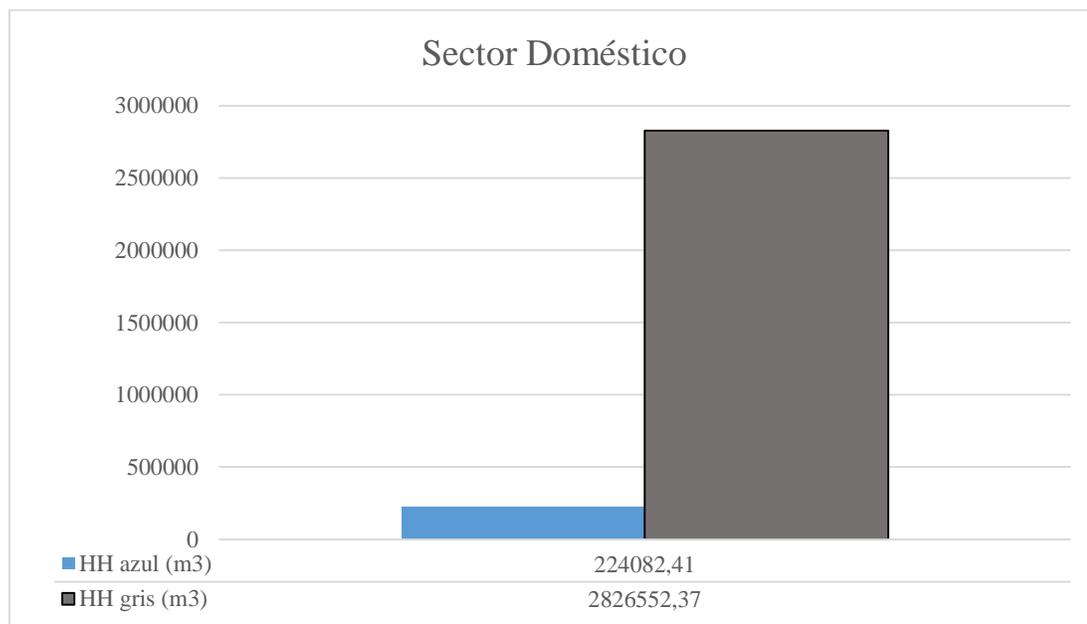


Gráfico 5-3: Huella Hídrica Doméstica

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

La HH azul fue de 224082.41 m³ debido a que no existe extracción ilegal de la misma, así como también es mínimo el mal uso que le dan al agua generándose pocas pérdidas. Por lo contrario, la HH gris evaluada bajo la DBO5 fue de 2826552.37 m³ debido a la gran carga contaminante existente en el río por la falta de tratamiento previo a ser descargada.

3.1.3.5 Sector Minero

En el MCRG existe la presencia de varias canteras, siendo la cantera de Miraflores la más representativa. En dichas canteras las principales actividades son la extracción de macadán, ripio y trituración de piedras. Para la cuantificación de la huella hídrica minera se considera el agua que es utilizada en diferentes actividades, sin embargo, en base a las entrevistas y visitas de campo se determinó que las canteras no utilizan agua en sus procesos, ni tienen incidencia en las vertientes. Como consecuencia la huella hídrica del sector minero fue desestimada.

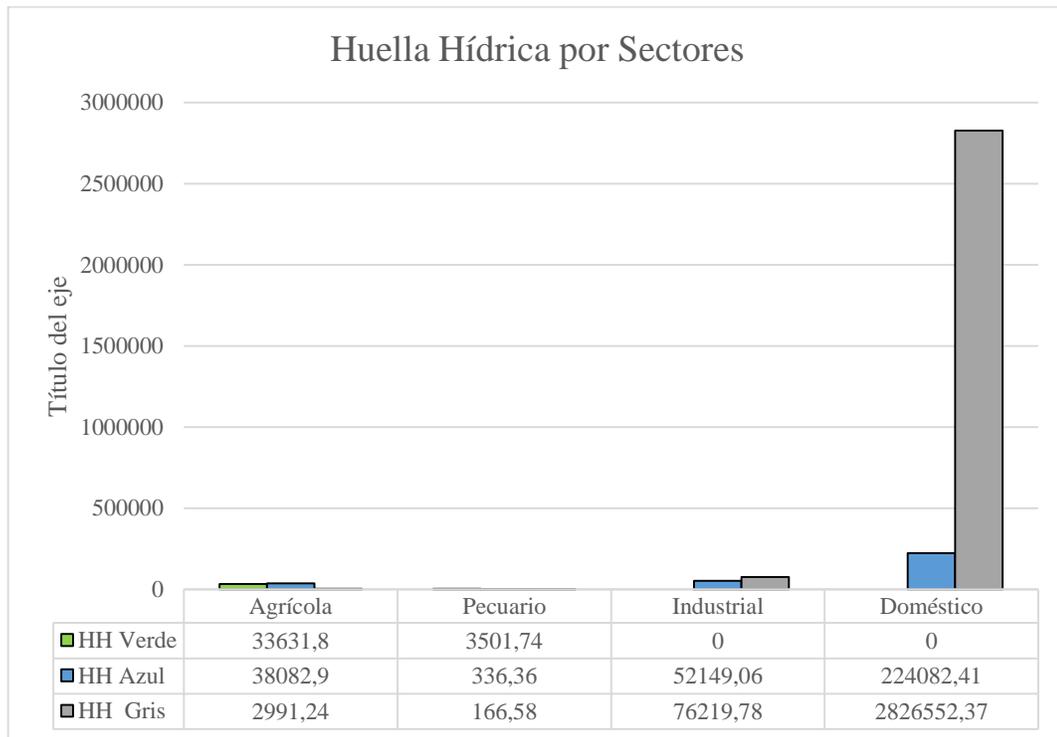


Gráfico 6-3: Huellas Hídricas por Sectores

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

En la cuantificación de la huella hídrica de la MCRG, para la HH verde el sector más representativo es el sector agrícola, sabiendo que la HH verde no se encuentra considerada en los sectores industrial y doméstico. La HH azul y gris con un mayor porcentaje se encuentra en el sector doméstico debido a la gran cantidad de consumo y contaminación que representa los asentamientos poblacionales.

3.1.4 Cálculo de la Huella Hídrica Total de la MCRG

Para la contabilización total de la huella hídrica se realizó una sumatoria de cada tipo de huella (Ver tabla 17-3).

Tabla 17-3: Huella hídrica total.

SECTORES	HH VERDE (m ³)	HH AZUL (m ³)	HH GRIS (m ³)
AGRÍCOLA	33631.8	38082.9	2991.24
PECUARIO	3501.74	336.36	166.58
INDUSTRIAL		52149.06	76219.78
DOMESTICO		224082.41	2826552.37
HH TOTAL (m³)	2851112.4	2029582.87	3016031.14

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

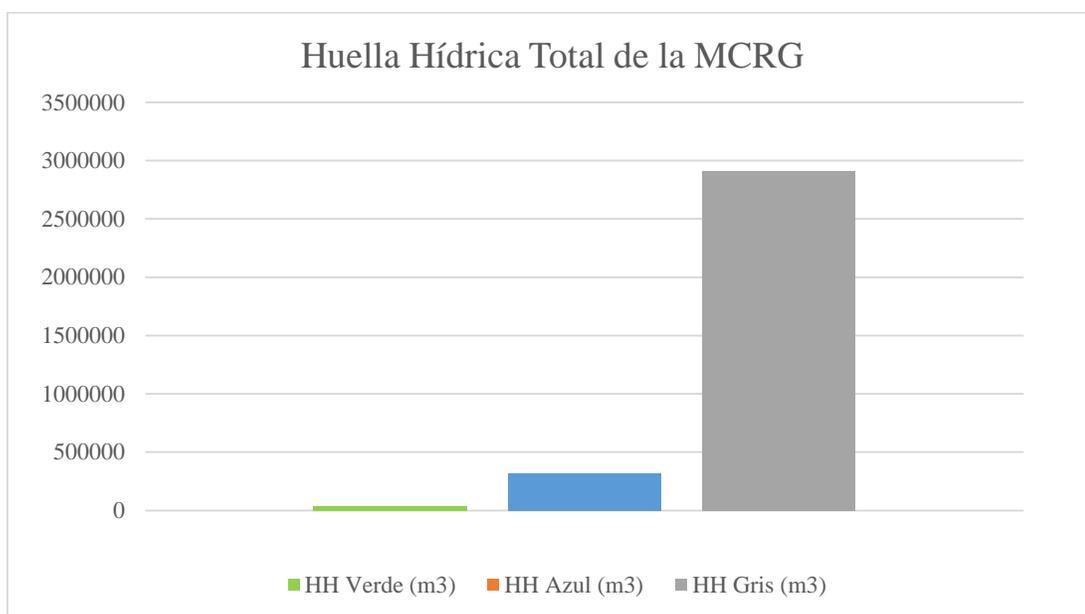


Gráfico 11-3: Huella Hídrica total de MCRG

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Una vez obtenida la sumatoria de cada una de las huellas hídricas el resultado de la HH gris fue de 2905929.97 m³ siendo ésta la mayor, la huella hídrica azul total de 314650.69 m³ y finalmente la huella hídrica verde de 37133.55 m³ de agua.

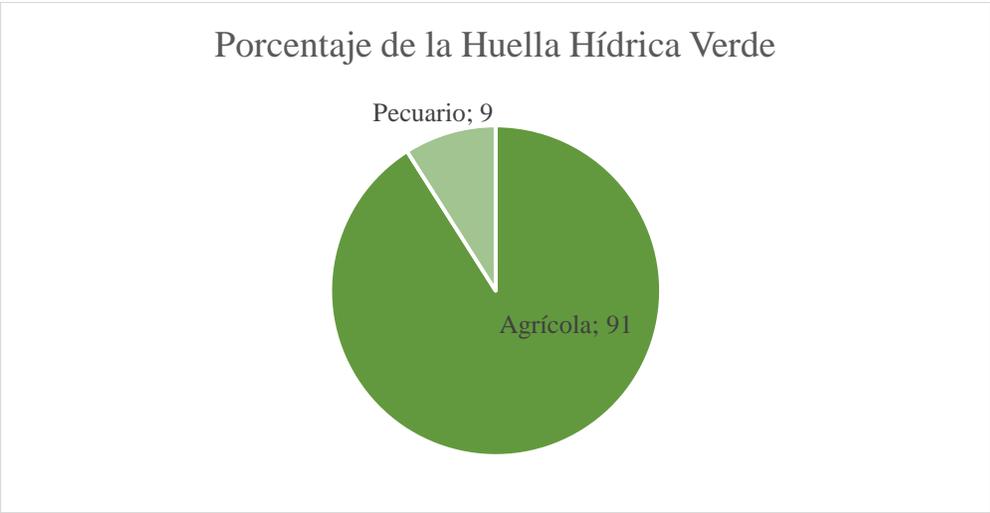


Gráfico 12-3: Porcentajes de HH Verde por sectores

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

La huella hídrica verde sólo se consideró en el sector agrícola y pecuario, de los que, el 91% fue para el sector agrícola y el 9% para el pecuario.

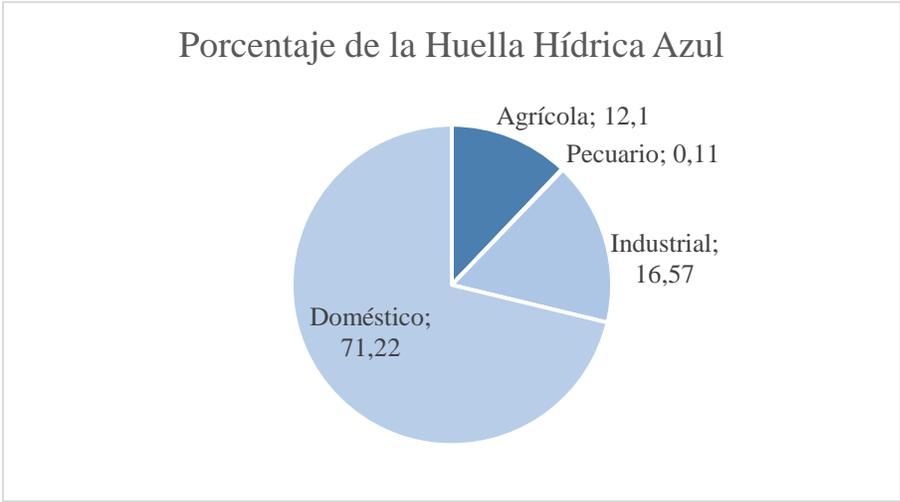


Gráfico 13-3: Porcentajes de HH Azul por sectores

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

La huella hídrica azul obtuvo el mayor porcentaje de agua azul correspondiente al sector doméstico con un 71.22%, seguido por el sector industrial con un 16.57 %, el sector agrícola con 12.1% y finalmente en el sector pecuario con 0.11%.

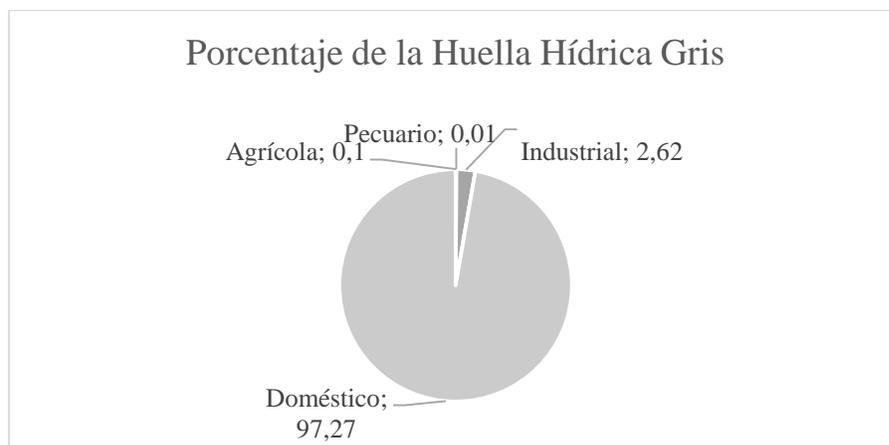


Gráfico 14-3: Porcentajes de HH Gris por sectores

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

El mayor porcentaje de la huella hídrica gris se encontró en el sector doméstico con un 94%, por otro lado, el sector agrícola e industrial tuvieron un porcentaje de 4% y 2% respectivamente.

3.2 Análisis de la sostenibilidad

Para el análisis de la sostenibilidad fue importante una evaluación desde diferentes perspectivas que incluyó el componente ambiental, social y económico; así como también, la cuantificación de la Huella Hídrica Total, de tal manera, que sea posible evaluar que tan sostenible es la apropiación del recurso hídrico de la microcuenca del río Guano.

3.2.1 Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica azul

Para determinar la sostenibilidad ambiental de la HH Azul fue requerido la disponibilidad de agua azul, para lo cual se empleó la oferta, es decir, la escorrentía natural y el caudal mínimo ecológico, cuyo resultado fue el índice de la escasez.

Tabla 18-3: Cálculo del análisis de sostenibilidad huella hídrica azul.

ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD HUELLA HÍDRICA AZUL			
Oferta (l/s)	Caudal Ecológico (l/s)	Disponibilidad de agua azul (m ³ /año)	Escasez
275.4	102	5468342.4	0.058

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

La disponibilidad de agua azul para uso humano, se calculó a partir de los datos presentados en la tabla 18-3 se obtuvo un valor de 5468342.4 m³/año. Posteriormente la huella hídrica total azul se dividió para la disponibilidad de agua azul, siendo la escasez igual a 0.058 lo cual nos indica que existe sostenibilidad respecto al agua azul consumida en la MCRG.

3.2.2 *Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica verde*

En el cálculo de la sostenibilidad ambiental de la HH verde la disponibilidad de agua verde fue igual a la evapotranspiración verde, dato obtenido del programa CROPWAT 8.0

Tabla 19-3: Cálculo del análisis de sostenibilidad huella hídrica verde

ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD HUELLA HÍDRICA VERDE		
ETV (mm)	DISPONIBILIDAD DE AGUA VERDE (m ³ /año)	ESCASEZ
1346.9	37133.55	0.018

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Al ser la evapotranspiración igual a la disponibilidad de agua verde se obtuvo un valor de 37133.55 m³/año, dividiendo la huella hídrica verde total para este valor, se generó un resultado de un índice de escasez de 0.018; es decir, la sostenibilidad fue favorable en el sector agrícola y pecuario de la MCRG.

3.2.3 *Sostenibilidad ambiental de la huella hídrica gris*

Tabla 20-3: Cálculo del análisis de sostenibilidad huella hídrica gris

ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD HUELLA HÍDRICA GRIS	
ESCORRENTIA REAL (m ³ /año)	NCA
5468342.4	0.53

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Utilizando el valor de la escorrentía real y la huella hídrica total gris resultó que el nivel de contaminación del agua representaba un indicador de 0.53, deduciendo de éste valor, el grado de sostenibilidad de la MCRG y la capacidad de autodepuración hacia la contaminación hídrica generada.

Sostenibilidad de las huellas hídricas

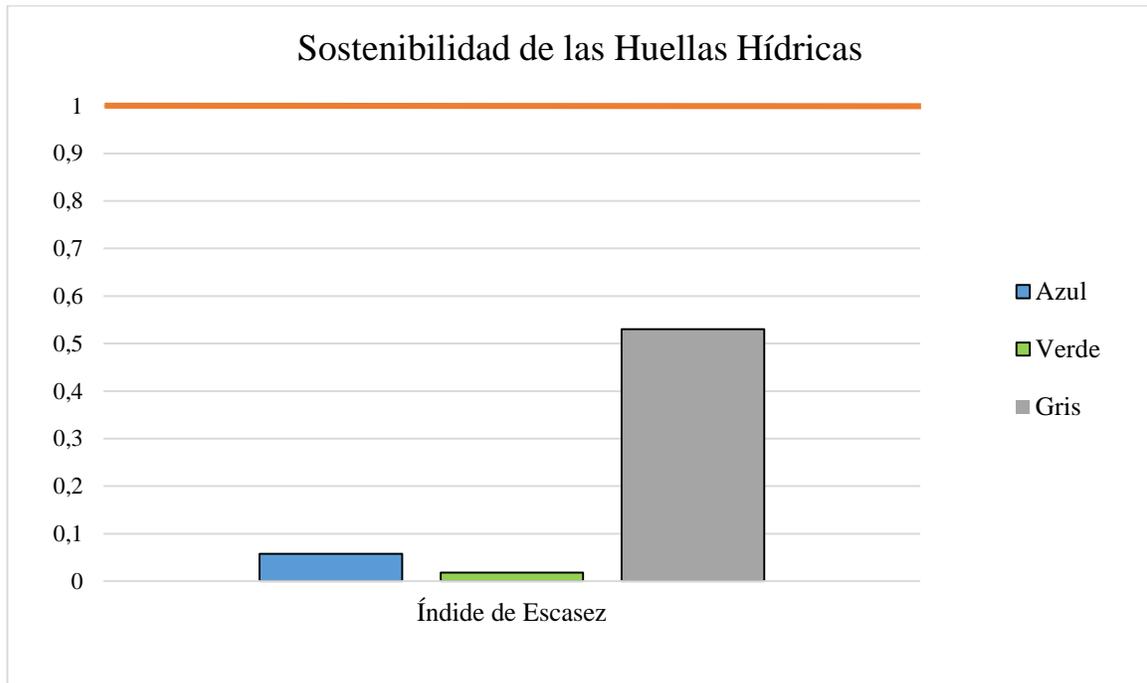


Gráfico 15-3: Sostenibilidad de las HH Azul, Verde y Gris.

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Con base en la serie de cálculos realizados, se determinó un de escasez menor a 1 en las huellas hídricas azul, verde y gris. La escasez azul igual a 0.058, la escasez verde igual a 0.018 y el nivel de contaminación de agua gris igual a 0.53.

3.2.4 Análisis de la sostenibilidad económica de la huella hídrica

Productividad aparente del agua

La variabilidad económica se muestra en las tablas a continuación denotando los sectores más productivos partiendo del indicador APW azul.

Tabla 21-3: Cálculo de la productividad aparente del agua para el sector agrícola.

SECTOR AGRÍCOLA	
CULTIVOS	APWazul (\$/m³)
Pasto	0
Alfalfa	0
Papas	0.02
Cebolla	0.04
Habas	0.18
Maíz	2.32
TOTAL	2.56

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

En el sector agrícola el maíz representó el mayor valor de agua con USD 2.32 por cada metro cúbico, el cultivo de habas se encontró en segundo lugar con USD 0.18 por m³, lo valores más bajos fueron para los cultivos de cebolla y papa USD 0.04 y USD 0.02 respectivamente. La HH azul del pasto y alfalfa resultaron con un valor de cero.

Tabla 22-3: Cálculo de la productividad aparente del agua para el sector pecuario.

SECTOR PECUARIO		
PRECIO DE MERCADO	HHAZUL	APWazul (\$/m³)
821.25	336.36	2.44

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

En el sector pecuario la producción reflejó USD 821.25 de precio de mercado al año, resultando la productividad aparente del agua igual a USD 2.44 por metro cúbico.

Tabla 23-8: Cálculo de la productividad aparente del agua para el sector industrial.

SECTOR INDUSTRIAL		
PRECIO DE MERCADO	HHAZUL	APWazul (\$/m³)
900033	52149.06	17.26

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Las industrias de la MCRG con un precio de mercado igual a USD 900033 por año, por tal motivo su indicador APW resultó ser de USD 17.26 por metro cúbico.

Tabla 24-3: Cálculo de la productividad aparente del agua para el sector doméstico.

DOMÉSTICO		
PRECIO DE MERCADO	HHAZUL	APWazul (\$/m ³)
11985.6	224082.41	0.35

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

El precio de mercado del sector doméstico fue de USD 11985.6 por año, mientras que el coste del agua por metro cúbico de USD0.35.

A continuación, se puede evidenciar la variabilidad económica por sectores obtenida a partir del indicador APW.

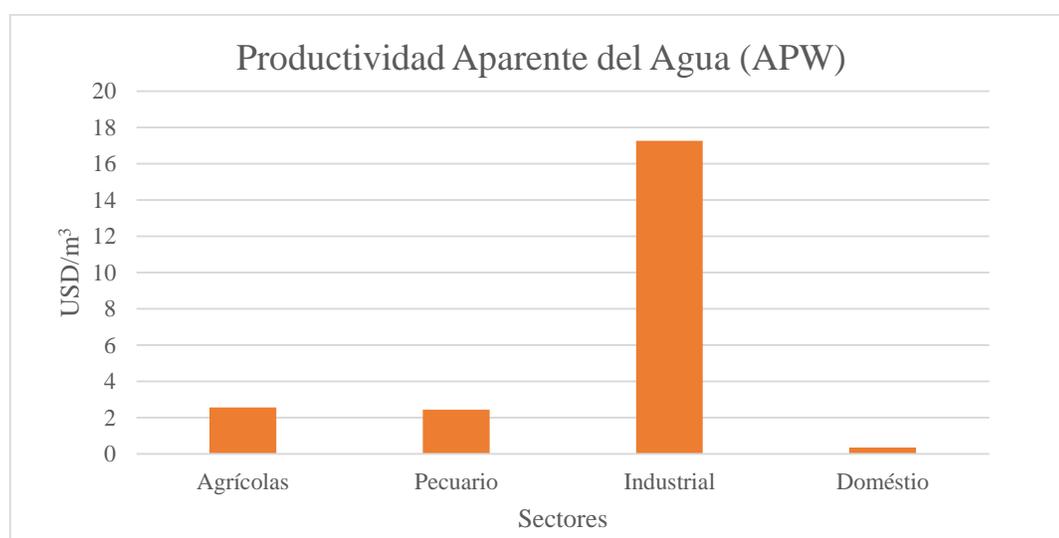


Gráfico 16-3: Compendio de la productividad aparente por sectores.

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

El sector industrial representó un mayor valor de productividad aparente con USD 17.26 por m³, muy por debajo se encontraron los sectores agrícola y pecuario con un APW igual a USD 2.56 y USD 2.44 por metro cúbico respectivamente. El sector doméstico fue el de valor más bajo con un APW igual a USD 0.35 por m³. En el área de estudio no existe un precio establecido por metro cúbico de agua, es decir, solo se cotiza un precio base de manera global.

Productividad aparente de la tierra

La productividad aparente de la tierra se enfoca netamente en el sector agrícola, como se puede observar a continuación:

Tabla 25-3: Cálculo de la productividad aparente de la tierra.

PRODUCTIVIDAD APARENTE	
CULTIVOS	ALP (\$/Ha)
Pasto	280.00
Alfalfa	221.14
Papas	65.70
Cebolla	69.45
Habas	449.74
Maíz	4960.8
TOTAL ALP	5847.83

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

Para obtener la productividad aparente de la tierra se utilizaron datos actuales del precio de cada producto en el mercado y el rendimiento de cada uno. Como resultado, el ALP total es igual a USD 5847.83 por hectárea.

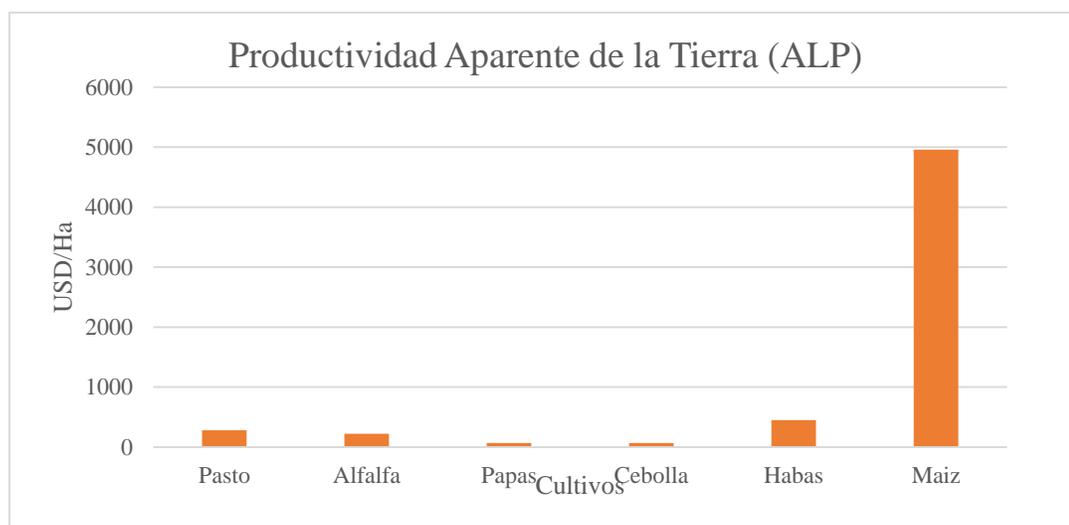


Gráfico 17-3: Productividad aparente de la tierra.

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

La productividad aparente de la tierra dio a conocer el valor económico por hectárea de cada cultivo. El mayor valor de ALP correspondió al cultivo del maíz siendo igual a USD 4960.8 por hectárea, por el contrario, la papa tiene un valor de ALP igual a USD 65.70 por hectárea siendo el menor.

3.3 Análisis FODA

Tabla 26-3: Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • El estudio de la huella hídrica permite conocer cómo las actividades y producción de bienes se relacionan con la escasez del agua, su calidad y los impactos asociados. • Establece los bienes y servicios que requieren mayor cantidad de agua. • Permite conocer el valor económico real del recurso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conocimiento ambiental en la zona de estudio. • Falta de información gubernamental de los recursos naturales • Falta de colaboración por parte de la población en la obtención de información.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • La huella hídrica puede ayudar a las organizaciones a anticiparse a distintos riesgos relacionados con el uso del agua. • El cálculo de la huella hídrica en la industria permite obtener un indicador de vital importancia para mejorar la gestión del agua en toda su cadena de producción. • Incrementar leyes ambientales que sirvan para la sostenibilidad del recurso hídrico. • Incremento laboral especializado en cada área estudiada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de contaminación en el recurso hídrico • Escasez del agua • Cotización errónea de los recursos hídricos. • Disminución de turismo en el área de estudio.

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

3.4 Formulación de las estrategias para la gestión y política comunitaria en respuesta a la huella hídrica

Tabla 27-3: Estrategias para la gestión y política comunitaria por sectores

Sector	Propuesta – directrices y lineamientos territoriales Plan toda una vida	Estrategias de articulación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guano 2014-2019	Estrategias para la gestión y política comunitaria para la huella hídrica agrícola
<p>Agrícola y Pecuario</p> <p>La huella hídrica verde y azul son bastante altos debido a que los cultivos asimilan de manera eficiente el agua verde, sin embargo, ciertos cultivos requieren una gran cantidad de agua azul. Por otro lado, la cantidad de agua gris es baja, debido a que en los cultivos se utiliza un mínimo de agroquímicos</p>	<p>b.1. Implementar procesos para la identificación, conocimiento, conservación y revalorización de los paisajes naturales y culturales, terrestres, acuáticos y marino-costeros, que aseguren su integridad, conectividad y funcionalidad como condición básica para la generación de servicios ambientales esenciales para el desarrollo sostenible.</p>	<p>Enriquecimiento forestal para áreas con cobertura con procesos en deterioro y conservación de recursos naturales.</p>	<p>Implementar capacitaciones para el cuidado y preservación de especies endémicas acorde al sector, así como también, impulsar los cultivos de mejor rendimiento aumentando la productividad de la tierra.</p>
	<p>d.2. Impulsar las iniciativas productivas alternativas que sostengan la base y la soberanía alimentaria, generando empleo y circuitos económicos inclusivos; garantizando o promoviendo la conservación de la agrobiodiversidad existente en el país y fomentando la investigación e innovación.</p>	<p>Agregación de valor e impulso a las ferias locales para la comercialización de productos agropecuarios.</p>	<p>Fomentar la siembra de cultivos orgánicos y de productos derivados del ganado vacuno y ovino, por medio de ferias para su comercialización obteniendo un valor agregado superior.</p>

	d.1. Planificar el desarrollo económico sobre la base de la compatibilidad de usos y la vocación territorial, sus diversidades culturales y sus dinámicas socio-ambientales.	Implantación de un vivero Municipal de producción y capacitación de plantas forestales, ornamentales, frutales en el Cantón Guano.	Creación de viveros comunitarios con el fin de que los productores puedan elegir las mejores plántulas para sus sembríos, así como también plántulas ornamentales, y frutales del cantón.
	b.12. Detener los procesos de degradación de los recursos naturales en los territorios rurales y fomentar prácticas agroecológicas que favorezcan la recuperación de estos ecosistemas.		Asesorar a los productores acerca de la tasa de fertilizante, con el fin de evitar la contaminación por el mal uso de agroquímicos. Por otro lado, fomentar el uso de biofertilizantes y diferentes prácticas agroecológicas.
<p>Industrial</p> <p>La huella hídrica azul y gris son altos en este sector, sin embargo, la HH gris es superior debido al tipo de materia prima a utilizarse y la serie de procesos que se llevan a cabo.</p>	d.15. Impulsar programas de investigación, formación, capacitación y actualización que respondan a las potencialidades y necesidades territoriales, promoviendo la inserción laboral de manera eficiente.	Fortalecimiento de la cadena productiva en el cantón Guano	Promover la investigación y capacitaciones a nivel industrial con el fin de aprovechar los recursos de manera eficiente, para el aumento de su cadena productiva.
	d.6 Aprovechar de manera sostenible y fomentar el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente para la extracción de los recursos marino-costeros y dulceacuícolas en los niveles industrial, artesanal y de subsistencia, respetando sus ciclos ecológicos.		Fomentar la reutilización de recursos, específicamente la reutilización del agua de las piscinas del parque acuático Los Elenes para el riego de los cultivos en el sector aledaño.
	a.8. Controlar que la descarga de efluentes de aguas servidas		Realizar monitoreos periódicos evitando que las descargas de vertidos en el

	domésticas e industriales y la descarga de vertidos de buques cumplan los parámetros establecidos por la correspondiente legislación nacional, sectorial e internacional.		sector industrial sobrepasen los límites permisibles.
	b.3. Promover una gestión integral y corresponsable del patrimonio hídrico para precautelar su calidad, disponibilidad y uso adecuado, con acciones de recuperación, conservación y protección de las fuentes de agua, zonas de recarga, acuíferos y agua subterránea; considerando el acceso equitativo de agua para consumo, riego y producción.		Calcular el volumen de agua necesario para los procesos requeridos, con el fin de evitar el uso innecesario del agua, así como también las cantidades exactas de químicos disminuyendo la contaminación.
	d.11. Fomentar el emprendimiento local y el turismo comunitario terrestre y marino, para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad.		Impulsar el desarrollo industrial con el fin de mejorar la economía del cantón y a la vez promoviendo el turismo.
Doméstico La huella hídrica gris supera por mucho la huella hídrica azul debido a que no existe un tratamiento previo a las descargas de aguas grises.	b.3. Promover una gestión integral y corresponsable del patrimonio hídrico para precautelar su calidad, disponibilidad y uso adecuado, con acciones de recuperación, conservación y protección de las fuentes de	Estudio de evaluación y ejecución de sistemas de agua potable del Cantón Guano.	Implementación de plantas de tratamiento de agua potable adecuadas para el cantón Guano, así como también una correcta valorización económica del recurso.

	<p>agua, zonas de recarga, acuíferos y agua subterránea;</p> <p>considerando el acceso equitativo de agua para consumo, riego y producción.</p>		
	<p>a.7. Implementar sistemas de gestión integral de pasivos ambientales, desechos sólidos, descargas líquidas y emisiones atmosféricas, así como de desechos tóxicos y peligrosos (con énfasis en las zonas urbanas, industriales y de extracción de recursos naturales no renovables).</p>	<p>Estudio de evaluación y ejecución de sistemas de alcantarillado del Cantón Guano.</p>	<p>Implementación del sistema de alcantarillado con su respectiva planta de tratamiento de aguas grises, evitando las descargas directas a la microcuenca del río Guano</p>
	<p>c.5. Consolidar los asentamientos humanos y regularizar la expansión urbana y gestión sostenible de los recursos en el ámbito rural</p>	<p>Actualización de los catastros urbanos y rurales del Cantón Guano.</p>	<p>Regularización de los catastros urbanos y rurales del cantón Guano, con la finalidad de identificar las áreas que requieren los servicios básicos.</p>

Realizado por: Jehnnyfer Vallejo; Daniela Cartagena, 2019

CONCLUSIONES

- La huella hídrica de la microcuenca del río Guano es 2905929.97 m³, de éste valor total la huella hídrica gris fue mayor a las huellas azul y verde. La huella hídrica azul con un valor total de 314650.69 m³, mientras que la huella hídrica verde con un valor de 37133.55 m³ de agua. Cada huella hídrica varía acorde al sector y no todas pueden ser cuantificadas en mismo sector debido a que el agua es aprovechada de diferentes maneras y con diferentes fines, resultando diferentes tipos de contaminación.
- El sector doméstico aporta mayoritariamente en la cuantificación de la huella hídrica azul (38082.9 m³), esto se puede atribuir a las diferentes captaciones presentes en el área de estudio destinadas al consumo humano. El sector industrial actualmente no es representativo en el cantón, aunque la industria de tejido y cueros sigue existiendo, es mínimo el proceso industrial que se lleva a cabo, por ende, su huella hídrica azul es menor al sector doméstico pero superior al sector agropecuario. En el área de estudio no existe un precio establecido por metro cúbico de agua, es decir, solo se cotiza un precio base de manera global.
- La huella hídrica verde únicamente es cuantificada en el sector agropecuario, ya que ésta se enfoca netamente en la humedad del suelo proveniente de las precipitaciones que puede ser aprovechado por las plantas. Por consecuente, para el sector agrícola es igual a 33631.8 m³, superando al sector pecuario debido a la cantidad de cultivos y el aprovechamiento del agua verde.
- En la huella hídrica gris el sector más representativo es el doméstico con un valor de huella de 2826552.37 m³, esto atribuido a la falta de plantas de tratamiento de aguas grises, las descargas son de manera directa al cauce natural del río Guano, superando el límite permisible de los parámetros establecidos en la norma vigente, por lo cual el río Guano pierde su capacidad de autodepuración.
- En el análisis de la sostenibilidad se evidenció que la microcuenca del río Guano es sostenible, ya que su índice de escasez que representa el aseguramiento de agua suficiente dentro de los parámetros establecidos es menor a 1 en las huellas hídricas azul, verde y gris. La escasez azul igual a 0.058, la escasez verde igual a 0.018 y el nivel de contaminación de agua gris igual a 0.53
- Resultó mayor el valor definido para la productividad aparente del sector industrial (USD 17.26 por m³), muy por debajo se encontraron los sectores agrícola y pecuario con un APW USD 2.56

y USD 2.44 por metro cúbico respectivamente. El sector doméstico es el que representó el valor más bajo, con un APW de USD 0.35 por m³. Existe un uso ineficiente del agua debido a que el coste económico real es mayor al precio que realmente paga el usuario por el recurso.

- La productividad aparente de la tierra complementa el análisis de sostenibilidad, para el efecto se da a conocer el valor económico por hectárea de cada cultivo. El mayor valor de ALP le corresponde al cultivo del maíz (USD 4960.8 por hectárea), atribuido al tiempo de crecimiento, así como también, al precio que tiene en el mercado. Por el contrario, la papa tiene un valor de ALP de USD 65.70 por hectárea atribuido su sobreproducción
- Una vez identificada la cantidad de huella hídrica producida por cada sector y observado el manejo del recurso hídrico, se plantearon 12 estrategias para la gestión y política comunitaria, 4 estrategias dirigidas al sector agropecuario, 5 al sector industrial y 3 al sector doméstico, fundamentadas en el Plan Nacional de Desarrollo “Toda una Vida” y en las estrategias de articulación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guano.

RECOMENDACIONES

- La administración Municipal del cantón Guano podría tomar como referencia el presente el estudio para el diagnóstico de la zona y la creación de estrategias para la Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.
- El presente estudio fue realizado en época lluviosa, por tal motivo se recomienda realizar los análisis de agua en época seca para completar el ciclo.
- Se debe destacar la importancia que tiene la evaluación de la huella hídrica en el sector industrial, por lo cual debe servir como herramienta de gestión para posteriores estudios emitidos por los entes reguladores ambientales, para una gestión integrada del recurso hídrico.
- Es fundamental que las autoridades se encuentren informadas sobre el impacto ambiental que se genera a diario en el río Guano; para la aplicabilidad de medidas de prevención y mitigación participativa con los agricultores, habitantes y dueños de industrias; para la generación de conciencia ambiental comunitaria, y al mismo tiempo para implementar prácticas de producción más limpia en las parroquias del cantón Guano.

GLOSARIO

MCRG	Microcuenca del Río Guano
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
°C	Grados centígrados
ml	Mililitros
L	Litros
L/s	Litros por segundo
cm	centímetro
m	Metro
s	Segundos
m ²	Metros cuadrados
m ³ /s	Metros cúbicos por segundo
m ³	Metros cúbicos
m ³ /año	Metros cúbicos por año
m ³ /ha	Metros cúbicos por hectárea
m ³ /t	Metros cúbicos por tonelada
t	Tonelada
t/ha	Toneladas por hectárea
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
Kg	Kilogramo
Kg/ha	Kilogramo por hectárea
Kg/m ³	Kilogramo por metro cubico
Kg/año	Kilogramo por año
m/s	Metro por segundo
mm	Milímetro
mm/d	Milímetro por día
mg/l	Miligramos por litro
Kc	Coeficiente de cultivo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
ET	Evapotranspiración
HH	Huella hídrica
GAD	Gobierno Autónomo descentralizado

BIBLIOGRAFÍA

ALDAYA, M. M. “*Huella Hídrica*”, 2012 p. 3. Disponible en: <https://docplayer.es/38804056-Huella-hidrica-maite-m-aldaya-consultora-pnuma-observatorio-del-agua-fundacion-botin.html>.

AVEDAÑO, R. “*Cuencas Hidrográficas, Hidrología general*”, [Blog] 2016. Disponible en: <https://es.slideshare.net/kimberlynveronica/cuenca-hidrologia-e-hidrografica>.

BARRAGÁN, M. “*Evaluación de la huella hídrica de los sistemas de producción agrícola y pecuario predominantes en la microcuenca la Plata*”, [En línea] (Trabajo de grado) Ingeniería Forestal) Universidad de Tolima. Colombia. 2017. p. 116 Disponible en: http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2373/1/T_0201_568_CD5888_APROBADO_MAYRA_ALEJANDRA_BARRAGÁN_MACHADO.pdf.

BARRIOS, E. “*Caudal Ecológico*”. [Blog] 2007. Disponible en: http://awsassets.panda.org/downloads/fs_caudal_ecologico.pdf.

CAMPOS, J. Y FRANKEN, M. “*Gestión Integral del Recurso Hídrico a partir de la evaluación de la Huella Hídrica en la ciudad de La Paz, Bolivia*”. 2015. Disponible en: http://www.huelladeciudades.com/docs/PAPER_EN_ESPA%20A5OL.pdf.

COMISIÓN PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE - CEPAL “*Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador*”, 2011, p. 81. Disponible en: http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico_de_las_Estadisticas_del_Agua_Producto_IIIc_2012-2.pdf.

CORPONARIÑO “*Plan De Ordenamiento Del Recurso Hídrico Quebrada Miraflores*”, 2011, pp. 2008–2009. Disponible en: <http://www.corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmirafloresp3.pdf>.

FERNANDEZ, G. “*La crisis del agua en América Latina*”, Revista Estudios Culturales, 4, 2009 pp. 80–96.

GADGUANO, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Guano” 2015.

GADPCHIMBORAZO, “*Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo*”. 2015. Disponible en: http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PAT_MUNICIPALIDADES/SANMARTIN/PAT_SAN_MARTIN_RESUMEN_EJECUTIVO.pdf.

GALVEZ, J. Y SAUBES, N. “Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala”, Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad 2015, Universidad Rafael Landívar, p. 81.

GAMARRA, L. *Cuencas Hidrográficas*. 2017. Disponible en: <https://es.slideshare.net/maribelforever/cuencas-hidrograficas-75505389>.

GENTES, I. “Políticas sustentables de agua, gestión comunitaria de propiedad hídrica y sistemas alternativos de solucionar disputas.- algunas lecciones para los países andinos”, 2004, pp. 1–33. Disponible en: http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2373/1/T_0201_568_CD5888_APROBADO_MAYRA_ALEJANDRA_BARRAGÁN_MACHADO.pdf.

GONZÁLEZ, A. Y RAMÍREZ, J. “Manual Piragüero Medición de Caudal”, Programa Integral Red Agua, 2014, Primer edi, p. 24. Disponible en: http://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medición_de_Caudal.pdf%0Ahttp://piragua.corantioquia.gov.co/piragua/publicaciones/3.Manual_Medición_de_Caudal.pdf.

GONZÁLEZ, M. Y JARAMILLO, O. “Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial”, 2010, p. 60. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/CAP5.pdf>.

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA - IMTA. “Huella hídrica: clave para el desarrollo sostenible y la seguridad hídrica”, 2017 pp. 30–31. Disponible en: https://waterfootprint.org/media/downloads/WF_Mexico_book_press_release_2017_Spanish.pdf.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA - INAMHI. *Valores / Misión / Visión*. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/valores-mision-vision/>.

KUIPER, D. et al. *Guía metodológica para la evaluación de la huella hídrica en una cuenca hidrográfica*. 2017. Disponible en: <http://www.iica.int/es/publications/guía-metodológica-para-la-evaluación-de-la-huella-hídrica-en-una-cuenca-hidrográfica>.

MARIN, J. “Balance hidrico e hidrológico de la cuenca media del rio Gallego”, *Geographicalia*, 1993, pp. 243–257.

NÚÑEZ, M. A. “La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos.”, *Revista Virtual REDESMA*, 2011, 5(1), p. 11. Disponible en: http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/documentos/cuencas_m_aguirre.pdf.

RIECHMANN, J. “Sostenibilidad: Algunas reflexiones básicas”, *Ética y Filosofía Política A*, 2002,

p. 16.

RIOS, J. ET AL. “Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos”, 2014, 47(1), pp. 93–107. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v47n1/v47n1a07.pdf>.

RIVERA, S. “La sostenibilidad del recurso hídrico en el Ecuador análisis multicriterial de la gestión del agua”. 2016 Disponible en: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec:8080/bitstream/10469/9108/1/TFLACSO-2016SIRP.pdf>.

SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA ECUADOR - SENAGUA *Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)*. s/f Disponible en: <http://www.senagua.gov.ec/>.

SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA ECUADOR - SENAGUA “Instructivo para conformación y legalización de Juntas Administradoras de Agua potable y Saneamiento; Juntas Administradoras de Agua potable y Saneamiento Regional; y, Juntas de Segundo y Tercer grado; y el Instructivo para conformación y legalización de Juntas de riego y/o Drenaje”, Acuerdo 2016-1288, p. 45. Disponible en: <https://aplicaciones.senagua.gob.ec/reslotaip2018/juri/feb18/Resolución Nro. 2016-1286 Instructivo para Conformación y Legalización de Juntas Administradoras de Agua Potable y Saneamiento.pdf>.

SPANJERSBERG, E. “Balance hídrico”. 2014. Disponible en: <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/12/Balance-Hídrico.pdf>.

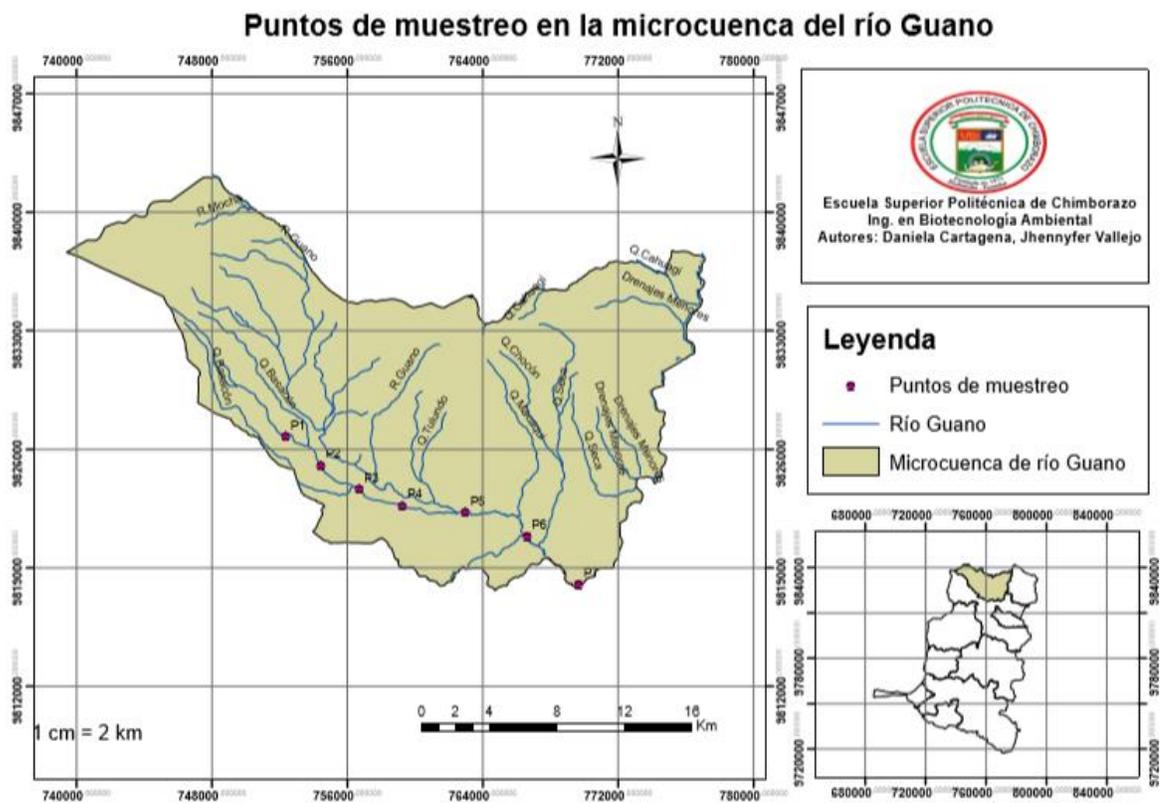
VÁZQUEZ, R. “Huella Hídrica De América Latina : Retos Y Oportunidades”, 2012, 4, pp. 41–48.

WATERFOOTPRINT “Manual para la evaluación de la Huella Hídrica”, 2002, p. 44. Disponible en: <http://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>.

ZARATE, E. Y KUIPER, D. “Evaluación de Huella Hídrica del banano para pequeños productores en Perú y Ecuador”, *Good Stuff International*, 2013 p. 70. Disponible en: [http://www.huellahidrica.org/Reports/Zarate and Kuiper \(2013\) Water Footprint Assessment of Bananas.pdf](http://www.huellahidrica.org/Reports/Zarate and Kuiper (2013) Water Footprint Assessment of Bananas.pdf).

ANEXOS

ANEXO A. Microcuenca del río Guano



ANEXO B. Informe de análisis de agua

 <p>CESTTA SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	---	--

INFORME DE ENSAYO No:	022
ST:	011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario:	DANIELA CARTAGENA
Atn.	DANIELA CARTAGENA
Dirección:	Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón Chimborazo - Riobamba
FECHA:	07 de Febrero del 2019
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2019/01/14 - 08:00
FECHA DE MUESTREO:	2019/01/13
FECHA DE ANÁLISIS:	2019/01/14 - 2019/01/31
TIPO DE MUESTRA:	Agua natural
CÓDIGO CESTTA:	LAB-A 022-19
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	muestra # 1
PUNTO DE MUESTREO:	Río Guano, sector cuatro esquinas
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico - Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Daniela Cartagena
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:	T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

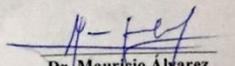
RESULTADOS ANALÍTICOS:

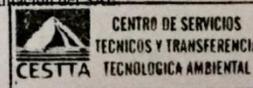
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	2	±32%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	<30	±14%
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	<0,64	±24%
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	108	±11%
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 mL	<1	±20%
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 92221	UFC/100 mL	<1	±20%
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500.H ⁺ B	mg/L	6,7	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 023
ST: 011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: DANIELA CARTAGENA
Atn. DANIELA CARTAGENA
Dirección: Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón
Chimborazo - Riobamba
07 de Febrero del 2019
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2019/01/14 - 08:00
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/01/13
FECHA DE MUESTREO: 2019/01/14 - 2019/01/31
FECHA DE ANÁLISIS: Agua natural
TIPO DE MUESTRA: LAB-A 023-19
CÓDIGO CESTTA: muestra # 2
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Río Guano, sector San Antonio de Patulú
PUNTO DE MUESTREO: Físico - Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Daniela Cartagena
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	15	±32%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	44	±13%
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	86,0	±8%
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	166	±17%
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 mL	733	±20%
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 92221	UFC/100 mL	130	±20%
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500.H ⁺ B	mg/L	7,7	-
Nitritos(N-NO ₂)	PEE/CESTTA/17 Standard Methods No 4500 -NO ₂ -B	mg/L	1,12	±10%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 2
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

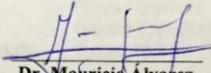
**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

Fosfatos	PEE/CESTTA/ 21 Standard Methods No. 4500-P B5/APHA 4500- PC	mg/L	<1,7	±23%
----------	--	------	------	------

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 024
ST: 011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: DANIELA CARTAGENA
Atn. DANIELA CARTAGENA
Dirección: Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón
Chimborazo - Riobamba
07 de Febrero del 2019
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2019/01/14 - 08:00
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/01/13
FECHA DE MUESTREO: 2019/01/14 - 2019/01/31
FECHA DE ANÁLISIS: Agua natural
TIPO DE MUESTRA: LAB-A 024-19
CÓDIGO CESTTA: muestra # 3
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Quebrada Batzacón (Cantera)
PUNTO DE MUESTREO: Físico - Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Daniela Cartagena
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

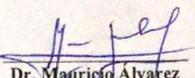
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	12	±32%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	40	±13%
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	60,1	±8%
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	232	±11%
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 mL	800	±20%
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 9222 I	UFC/100 mL	133	±20%
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500.H ⁺ B	mg/L	7,7	-
*Carbonatos	Volumétrico	mg/L	40	-

 <p>CESTTA SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	---	--

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No:

ST:

Nombre Peticionario:

Atn.

Dirección:

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

CÓDIGO CESTTA:

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

PUNTO DE MUESTREO:

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

025

011-19 ANÁLISIS DE AGUAS

DANIELA CARTAGENA

DANIELA CARTAGENA

Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón

Chimborazo - Riobamba

07 de Febrero del 2019

1

2019/01/14 - 08:00

2019/01/13

2019/01/14 - 2019/01/31

Agua natural

LAB-A 025-19

muestra # 4

El Alice

Físico - Químico

Daniela Cartagena

T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	65	±23%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	120	±10%
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	102,1	±8%
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	300	±11%
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 mL	2567	±20%
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 9222I	UFC/100 mL	280	±20%
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500.H' B	mg/L	6,1	-
Grasas y Aceites	PEE/CESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	<2	±30%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 2
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

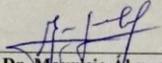
**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

Cromo Hexavalente	PEE/CESTTA 32 Standard Methods No 3500 -Cr B	mg/L	<0,02	±22%
Nitritos(N-NO ₂)	PEE/CESTTA/17 Standard Methods No 4500 -NO ₂ -B	mg/L	0,13	±27%
Fosfatos	PEE/CESTTA/ 21 Standard Methods No. 4500-P B5/APHA 4500-PC	mg/L	<1,7	±13%
Sulfatos	PEE/CESTTA/18 Standard Methods No 4500-SO ₄ E	mg/L	37	±12%

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No:

ST:

Nombre Peticionario:

Atn.

Dirección:

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

CÓDIGO CESTTA:

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

PUNTO DE MUESTREO:

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

026

011-19 ANÁLISIS DE AGUAS

DANIELA CARTAGENA

DANIELA CARTAGENA

Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón

Chimborazo - Riobamba

07 de Febrero del 2019

1

2019/01/14 - 08:00

2019/01/13

2019/01/14 - 2019/01/31

Agua natural

LAB-A 026-19

muestra # 5

Los Elenes

Físico - Químico

Daniela Cartagena

T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	68	±23%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	121	±10%
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	190	±8%
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	406	±11%
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 mL	600	±20%
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 92221	UFC/100 mL	75	±20%
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500.H ⁺ B	mg/L	4,7	-
Nitritos(N-NO ₂)	PEE/CESTTA/17 Standard Methods No 4500 -NO ₂ -B	mg/L	0,46	±27%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 2
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

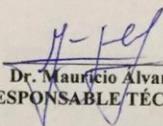
**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

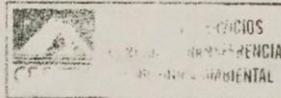
Fosfatos	PEE/CESTA/ 21 Standard Methods No. 4500-P B5/APHA 4500-PC	mg/L	<1,7	±23%
Cloro Libre Residual	PEE/CESTA/12 Standard Methods No.4500-Cl G	mg/L	0,14	±27%

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 027
ST: 011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: DANIELA CARTAGENA
Atn. DANIELA CARTAGENA
Dirección: Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón
Chimborazo - Riobamba
07 de Febrero del 2019
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2019/01/14 - 08:00
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/01/13
FECHA DE MUESTREO: 2019/01/14 - 2019/01/31
FECHA DE ANÁLISIS: Agua natural
TIPO DE MUESTRA: LAB-A 027-19
CÓDIGO CESTTA: muestra # 6
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Cubijies
PUNTO DE MUESTREO: Físico - Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Daniela Cartagena
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Daniela Cartagena
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	30	±23%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	91	±11%
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	155	±8%
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	582	±11%
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 mL	1300	±20%
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 92221	UFC/100 mL	110	±20%
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500.H ⁺ B	mg/L	6,3	-
Nitritos(N-NO ₂)	PEE/CESTTA/17 Standard Methods No 4500 -NO ₂ -B	mg/L	0,38	±8%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 2
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

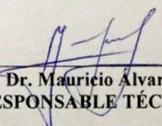
**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

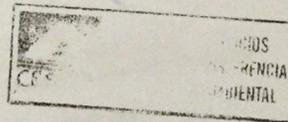
Fosfatos	PEE/CESTTA/ 21 Standard Methods No. 4500-P B5/APHA 4500-PC	mg/L	<1,7	±23%
Cloro Libre Residual	PEE/CESTTA/12 Standard Methods No.4500-Cl G	mg/L	<0,1	±27%

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 028
ST: 011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: DANIELA CARTAGENA
Atn. DANIELA CARTAGENA
Dirección: Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón
Chimborazo - Riobamba
07 de Febrero del 2019
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2019/01/14 - 08:00
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/01/13
FECHA DE MUESTREO: 2019/01/14 - 2019/01/31
FECHA DE ANÁLISIS: Agua natural
TIPO DE MUESTRA: LAB-A 028-19
CÓDIGO CESTTA: muestra # 7
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Río Guano, sector Balsayan
PUNTO DE MUESTREO: Físico - Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Daniela Cartagena
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	18	±32%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	46	±12%
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	70,5	±8%
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	264	±11%
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/47 Standard Methods No. 9222 B	UFC/100 mL	930	±20%
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/48 Standard Methods No. 9222 D y 92221	UFC/100 mL	208	±20%
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500.H ⁺ B	mg/L	7,5	-
*Carbonatos	Volumétrico	mg/L	35	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 1
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



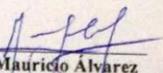
Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



ANEXO C. Informe de análisis de suelos

	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No:	012
ST:	011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario:	DANIELA CARTAGENA
Atn.	DANIELA CARTAGENA
Dirección:	Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón Chimborazo - Riobamba
FECHA:	07 de Febrero del 2019
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2019/01/14 - 08:00
FECHA DE MUESTREO:	2019/01/13
FECHA DE ANÁLISIS:	2019/01/14 - 2019/01/31
TIPO DE MUESTRA:	Suelo
CÓDIGO CESTTA:	LAB-S 012-19
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	muestra # 1
PUNTO DE MUESTREO:	Río Guano, sector cuatro esquinas
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico - Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Daniela Cartagena
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:	T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

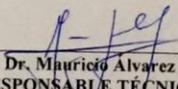
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)
*Textura	PEE/CESTTA/100 Densímetro Bouyoucos	-	ARENOSO FRANCO	
			ARENA	84,9
			LIMO	9,5
			ARCILLA	5,6
*Humedad	PEE/CESTTA/26 ASTMD4959	%	10,85	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No:

ST:

Nombre Peticionario:

Atn.

Dirección:

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

CÓDIGO CESTTA:

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

PUNTO DE MUESTREO:

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

013

011-19 ANÁLISIS DE AGUAS

DANIELA CARTAGENA

DANIELA CARTAGENA

Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón

Chimborazo - Riobamba

07 de Febrero del 2019

1

2019/01/14 - 08:00

2019/01/13

2019/01/14 - 2019/01/31

Suelo

LAB-S 013-19

muestra # 2

San Antonio

Físico - Químico

Daniela Cartagena

T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	
*Textura	PEE/CESTTA/100 Densímetro Bouyoucos	-	FRANCO ARENOSO	-	
			ARENA		70,9
			LIMO		23,7
			ARCILLA		5,4
*Humedad	PEE/CESTTA/26 ASTMD4959	%	12,35	-	

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 1
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 014
ST: 011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: DANIELA CARTAGENA
Atn. DANIELA CARTAGENA
Dirección: Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón
Chimborazo - Riobamba
07 de Febrero del 2019
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2019/01/14 - 08:00
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/01/13
FECHA DE MUESTREO: 2019/01/14 - 2019/01/31
FECHA DE ANÁLISIS: Suelo
TIPO DE MUESTRA: LAB-S 014-19
CÓDIGO CESTTA: muestra # 3
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Quebrada Batzacón (Cantera)
PUNTO DE MUESTREO: Físico - Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Daniela Cartagena
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

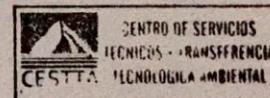
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	
*Textura	PEE/CESTTA/100 Densímetro Bouyoucos	-	FRANCO ARENOSO	-	
			ARENA		66,9
			LIMO		27,6
			ARCILLA		5,5
*Humedad	PEE/CESTTA/26 ASTMD4959	%	7,27	-	

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvárez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No:

015

ST:

011-19 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario:

DANIELA CARTAGENA

Atn.

DANIELA CARTAGENA

Dirección:

Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón

Chimborazo - Riobamba

07 de Febrero del 2019

FECHA:

1

NUMERO DE MUESTRAS:

2019/01/14 - 08:00

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

2019/01/13

FECHA DE MUESTREO:

2019/01/14 - 2019/01/31

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

Suelo

CÓDIGO CESTTA:

LAB-S 015-19

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

muestra # 4

PUNTO DE MUESTREO:

El Alce

ANÁLISIS SOLICITADO:

Físico - Químico

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

Daniela Cartagena

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	
*Textura	PEE/CESTTA/100 Densímetro Bouyoucos	-	ARENOSO FRANCO		-
			ARENA	81,0	
			LIMO	11,8	
			ARCILLA	7,2	
*Humedad	PEE/CESTTA/26 ASTMD4959	%	7,14	-	

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO
CENTRO DE SERVICIOS
TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA AMBIENTAL
CESTTA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 1
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 016
ST: 011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: DANIELA CARTAGENA
Atn. DANIELA CARTAGENA
Dirección: Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón
Chimborazo - Riobamba
07 de Febrero del 2019
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2019/01/14 - 08:00
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/01/13
FECHA DE MUESTREO: 2019/01/14 - 2019/01/31
FECHA DE ANÁLISIS: Suelo
TIPO DE MUESTRA: LAB-A 016-19
CÓDIGO CESTTA: muestra # 5
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Los Elenes
PUNTO DE MUESTREO: Físico - Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Daniela Cartagena
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Daniela Cartagena
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

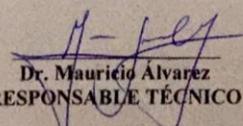
RESULTADOS ANALÍTICOS:

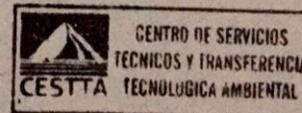
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBR E (k=2)	
*Textura	PEE/CESTTA/100 Densímetro Bouyoucos	-	ARENOSO FRANCO	-	
			ARENA		87,0
			LIMO		7,5
			ARCILLA		5,5
*Humedad	PEE/CESTTA/26 ASTMD4959	%	8,15	-	

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 017
ST: 011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: DANIELA CARTAGENA
Atn. DANIELA CARTAGENA
Dirección: Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón
Chimborazo - Riobamba
FECHA: 07 de Febrero del 2019
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/01/14 - 08:00
FECHA DE MUESTREO: 2019/01/13
FECHA DE ANÁLISIS: 2019/01/14 - 2019/01/31
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CÓDIGO CESTTA: LAB-S 017-19
CÓDIGO DE LA EMPRESA: muestra # 6
PUNTO DE MUESTREO: Cubijes
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Daniela Cartagena
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	
*Textura	PEE/CESTTA/100 Densímetro Bouyoucos	-	FRANCO ARENOSO	-	
			ARENA		71,0
			LIMO		21,4
			ARCILLA		7,6
*Humedad	PEE/CESTTA/26 ASTMD4959	%	4,73	-	

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: 018
ST: 011-19 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: DANIELA CARTAGENA
Atn. DANIELA CARTAGENA
Dirección: Gustavo Vallejo y Gustavo Garzón
 Chimborazo - Riobamba
 07 de Febrero del 2019
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2019/01/14 - 08:00
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/01/13
FECHA DE MUESTREO: 2019/01/14 - 2019/01/31
FECHA DE ANÁLISIS: Suelo
TIPO DE MUESTRA: LAB-S 018-19
CÓDIGO CESTTA: muestra # 7
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Río Guano, Sector Balsayan
PUNTO DE MUESTREO: Físico - Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Daniela Cartagena
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE E (k=2)	
*Textura	PEE/CESTTA/100 Densímetro Bouyoucos	-	FRANCO ARENOSO		-
			ARENA	69,1	
			LIMO	25,2	
			ARCILLA	5,7	
*Humedad	PEE/CESTTA/26 ASTMD4959	%	8,21	-	

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:

Mauricio Álvarez
Dr. Mauricio Álvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO
 CENTRO DE SERVICIOS
 TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA
 CESTTA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
 MC01-14

ANEXO D. Certificado entregado por GIDAC-CEAA



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS
PARQUE CENTRAL
SAN ISIDRO DE PATATE

"Saber para Ser"

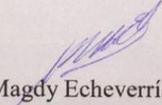
CARTA AUSPICIO

En Riobamba, 31 de Julio del 2018

A quien corresponda:

Quien suscribe, El Centro de Energías Alternativas y Ambiente de la Facultad de Ciencias-GIDAC-ESPOCH se compromete a facilitar la ayuda como la instrumentación necesaria y disponible a las Srtas. Daniela Mercedes Cartagena Aguayo y Jehnnyfer Yolanda Vallejo Guerrero con CI: 0604273615 y CI: 0604123562 correspondiente, para la realización del Proyecto Denominado: **"EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUANO EN EL FORTALECIMIENTO DE SU GESTIÓN Y POLÍTICA COMUNITARIA"** el mismo que es de interés, tanto investigativo como aplicativo en proyectos relacionados pertenecientes al GIDAC-CEAA Sin otro particular y para constancia.

Atentamente.-

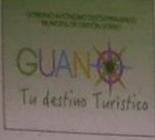


Dra. Magdy Echeverría
Directora-GIDAC-ESPOCH



www.ceaaepoch@outlook.com

ANEXO E. Certificado entregado por el GADM Guano



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL
DEL CANTÓN GUANO
UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL E HIGIENE**

CARTA AUSPICIO

Oficio No. 180 -JGAH-2018
Guano, 20 de agosto del 2018

CARTA DE COMPROMISO

A quien corresponda:

Quién les suscribe, el **GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO**, se compromete en facilitar en lo que nos sea posible con la información necesaria y disponible a las Srtas: Daniela Mercedes Cartagena Aguayo con cédula de identidad No. 0604273615 y Jehnnyfer Yolanda Vallejo Guerreo con cédula de identidad No. 0604123562, para la realización del proyecto: **“EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUANO EN EL FORTALECIMIENTO DE SU GESTIÓN Y POLÍTICA COMUNITARIA”**, el cual es de interés tanto investigativo como aplicativo como trabajo de titulación.

Particular que pongo en su conocimiento para fines pertinentes.

Atentamente,


Ing. Genny López Avalos Mgs.
JEFE DE LA UNIDAD AMBIENTAL E HIGIENE
GADM- CANTÓN GUANO

JGAH UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL E HIGIENE GADM-CG
AV. 20 de Diciembre y León Hidalgo
E-mail: genny_slopez@live.com
Teléfono: 032900133 Ext. 16/Contactos: 0995933701

ANEXO F. Certificado entregado por el GADP San Isidro de Patulú



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
PARROQUIAL
SAN ISIDRO DE PATULÚ

Por Dios y el Trabajo

San Isidro, 20 de septiembre del 2018

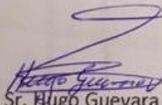
Oficio N. 136-G.A.D.-P.S.I.-2018

CARTA DE COMPROMISO

Quien les suscribe, el **GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL SAN ISIDRO DE PATULÚ**, se compromete en facilitar en lo que nos sea posible con la información necesaria y disponible a las Srtas: Daniela Mercedes Cartagena Aguayo con C.I. 0604273615 y Jehnnyfer Yolanda Vallejo Guerrero con C.I. 0604123562, para la realización del proyecto: **"EVALUACION DE LA HUELLA HIDRICA DE LA MICROCUENCA DEL RIO GUANO EN EL FORTALECIMIENTO DE SU GESTION Y POLÍTICA COMUNITARIA"**, el cual es de interés tanto investigativo como aplicativo como trabajo de titulación.

Particular que pongo en su conocimiento para fines pertinentes.

Atentamente,



Sr. Hugo Guevara

PRESIDENTE DEL GADP SAN ISIDRO

ADMINISTRACIÓN 2014-2019
TELEFAX 03 2 904 727
gadparroquialsanisidro@hotmail.com
www.gadsanisidrodepatulú

ANEXO G. Certificado entregado por el GADP San Andrés



ANEXO H. Modelo de las entrevistas realizadas



Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ingeniería en Biotecnología Ambiental

“Evaluación de la huella hídrica de la microcuenca del río Guano en el fortalecimiento de su gestión y política comunitaria.”



Entrevista Estructurada

1. ¿Qué importancia tiene el agua para usted?
- Alta - Media - Baja
2. ¿Qué tipo de agua usa?
- Potable - Riego - Vertiente
3. ¿Qué importancia tiene el río Guano?
- Alta - Media - Baja
4. ¿En qué actividad utiliza el agua del río Guano? _____
5. ¿Cuáles con los meses lluviosos en su sector? _____
6. ¿En qué se basa para realizar la siembra? _____
7. ¿Qué tipos de cultivos siembra? _____
8. ¿Qué fuente de agua utiliza para el riego? _____
9. ¿Con qué frecuencia realiza el riego?
- Diario - Semanal - Mensual - Otro (especifique) _____
10. Cantidad y tiempo de riego: _____
11. ¿En cuántas hectáreas de terreno realiza el riego? _____
12. Tipo de riego que emplea:
- Gravedad - Aspersión - Goteo
13. ¿Qué productos químicos utiliza para la siembra? _____
14. ¿Qué tipo de ganado es representativo en la zona? _____
15. ¿De dónde proviene el alimento para el ganado? _____
16. ¿De dónde obtiene agua para el proceso? _____
17. ¿En qué etapas del proceso se consume y/o utiliza el agua? _____
18. ¿Cómo están distribuidas las instalaciones? _____
19. ¿Utiliza bombas de conducción de agua? ¿Cisternas? ¿Pozos sépticos? _____
20. ¿Qué sustancias químicas emplea en su industria, qué cantidad y en qué etapa? _____
21. ¿Conocen el volumen de entrada de agua? _____
22. ¿Dispone de medidor de agua? _____
23. ¿Cuánto de agua consume día/mes/semana (planillas)? _____
24. ¿Emplea tenso activos para la limpieza de maquinaria y/o equipos en la industria? _____
25. ¿Con qué frecuencia realiza limpieza de cualquier tipo en la industria? _____
26. ¿Con cuántos servicios higiénicos cuenta su industria? _____
27. ¿Cuenta con un espacio establecido para alimentación o hidratación? _____
28. ¿Cuenta con planta de tratamiento de agua? _____
29. ¿Conoce el volumen de agua de descarga de la industria? _____
30. ¿Conoce el caudal de descarga de la industria? _____

ANEXO I. Registro de Entrevistas



Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Ingeniería en Biotecnología Ambiental

"Evaluación de la huella hídrica de la microcuenca del río Guano en el fortalecimiento de su gestión y política comunitaria."



Registro de Entrevistados

Fecha:

Realizado por: Daniela Cartagena, Jehnnyfer Vallejo

Nº	Nombres y Apellidos	Comunidad o Sector	Firma
	Gabriela Jilés	Los Elenes	<i>Gabriela Jilés</i>
	Yucath Guaman	Hiraflores	<i>Yucath Guaman</i>
	Selmatias Pozos	Saforambo	<i>Selmatias Pozos</i>
	Angel Cantano	Tamaute	<i>Angel Cantano</i>
	ALFONSO ARBUJANO	Tamaute	<i>Alfonso Arbujano</i>
	Juan Peca	La Siberia	<i>Juan Peca</i>
	Segundo Pacheco	Pulingui	<i>Segundo Pacheco</i>
	Cesar Puente	El Rosario	<i>Cesar Puente</i>
	María Chasi	San Francisco de la Torum	<i>María Chasi</i>
	Segundo Pacheco	Sanjapamba	<i>Segundo Pacheco</i>
	Luz Taloni	Balayán	<i>Luz Taloni</i>
	Alberto Guashpi	Los Elenes	<i>Alberto Guashpi</i>
	Gustavo Nasabanda	Los Elenes	<i>Gustavo Nasabanda</i>
	Pilar Guilaipi	Tunzala	<i>Pilar Guilaipi</i>
	Jorge Alvaro	El Rosario	<i>Jorge Alvaro</i>
	Rocio Tene	Balsayán	<i>Rocio Tene</i>
	Andrés Villa	El Rosario	<i>Andrés Villa</i>

ANEXO J. Muestreo de agua y suelo en campo

Toma de muestras de agua



Toma de muestras de suelo



ANEXO K. Equipos Utilizados

Infiltrómetro



GPS



ANEXO L. Medición de Caudales en Campo



Medición del ancho del río



Medición del largo del río



ANEXO M. Medición de la infiltración del suelo



ANEXO N. Información de los cultivos captada en campo



ANEXO O. Factor de corrección para cálculo de caudales por el método de Flotador.

TIPO DE CAUCE	FACTOR DE CORRECCIÓN FC
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15	0.8
Canal en Tierra, profundidad del agua > 15 cm	0.7
Riachuelos profundidad del agua > 15 cm	0.5
Canales de tierra profundidad del agua < 15 cm.	0.25 – 0.5