



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“INTERCEPCIÓN Y CAPTACIÓN DE AFLUENTES AL RÍO CUTUCHI PARA LA
PREVENCIÓN DE SU CONTAMINACIÓN”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería en
Medio Ambiente

Autores:

Coello Tapia Luis Alejandro
Crespo Vásquez Marllury Lorena

Tutor:

Ing. Vladimir Ortiz Bustamante Mg

Latacunga – Ecuador

DECLARACION DE AUTORIA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Luis Alejandro Coello Tapia** con C.C. 1752093409 y **Marllury Lorena Crespo Vásquez** con C.C. 053131674 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“INTERCEPCIÓN Y CAPTACIÓN DE AFLUENTES AL RÍO CUTUCHI PARA LA PREVENCIÓN DE SU CONTAMINACIÓN”**, siendo el Ing. Vladimir Ortiz Bustamante tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....

Luis Alejandro Coello Tapia

C.C. 1752093409



.....

Marllury Lorena Crespo Vásquez

C.C. 053131674



.....

Ing. Vladimir Ortiz Bustamante

C.C. 050218845-1

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Coello Tapia Luis Alejandro, identificado con C.C. N° 1752093409, de estado civil **soltero** y con domicilio en Pichincha – Quito parroquia Chimbacalle y Crespo Vásquez Marllury Lorena con C.C. N° 0503131674, de estado civil **soltera** y con domicilio Cotopaxi – Latacunga parroquia Ignacio Floresta quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES** y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Intercepción y captación de afluentes al río Cutuchi para prevenir su contaminación”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - (Abril – agosto 2014 hasta octubre 2019- marzo 2020).

Aprobación C.D.- noviembre, 15 del 2019

Tutor. - Ing. Vladimir Ortiz Bustamante

Tema: **“INTERCEPCIÓN Y CAPTACIÓN DE AFLUENTES AL RIO CUTUCHI PARA PREVENIR SU CONTAMINACIÓN”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 20 días del mes de febrero del 2020

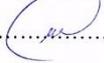
.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO


.....

Sr. Luis Alejandro Coello Tapia

EL CEDENTE


.....

Srta. Marlury Lorena Crespo Vásquez

EL CEDENTE

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Intercepción y captación de afluentes al río Cutuchi para prevenir su contaminación”, del sr. Luis Alejandro Coello Tapia y la srta. Marllury Lorena Crespo Vásquez, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.



Ing. Vladimir Ortiz Bustamante

CC: 0502188451

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

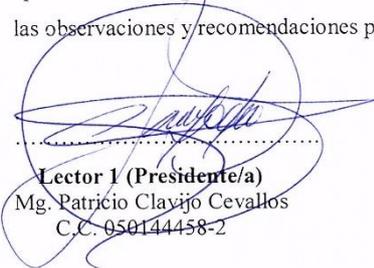
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Latacunga, 07 de Febrero del 2020

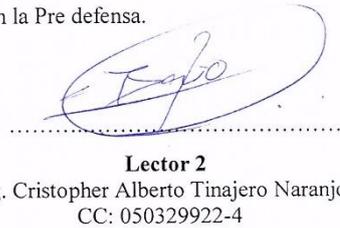
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

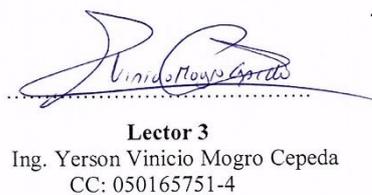
“INTERCEPCIÓN Y CAPTACIÓN DE AFLUENTES AL RÍO CUTUCHI PARA LA PREVENCIÓN DE SU CONTAMINACIÓN”, de Coello Tapia Luis Alejandro y Marllury Lorena Crespo Vásquez, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.



Lector 1 (Presidente/a)
Mg. Patricio Clayijo Cevallos
C.C. 050144458-2



Lector 2
Ing. Christopher Alberto Tinajero Naranjo
CC: 050329922-4



Lector 3
Ing. Yerson Vinicio Mogro Cepeda
CC: 050165751-4

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primero a Dios por la vida, por darnos la suficiente sabiduría y madurez para llegar hasta el final de nuestras metas, nuestros queridos padres y abuelos, por confiar en nosotros y por enseñarnos que con esfuerzo y constancia se logra nuestras metas.

Nuestros más sinceros agradecimientos al Personal Docente y Administrativo, de La Universidad Técnica de Cotopaxi, a todos nuestros maestros, por su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra vida estudiantil, que nos ha permitido convertirnos en profesionales de éxito.

Un reconocimiento especial al Ing. Vladimir Ortiz Bustamante, Tutor de Tesis, por la orientación y conocimientos brindados capacidad intelectual y profesionalismo demostrado con sus acertados criterios técnicos encaminados en pos del medio ambiente.

DEDICATORIA

De manera muy especial, dedicado a nuestros padres y abuelos, pilares fundamentales en nuestras vidas; quienes, con su apoyo incondicional, sabios consejos y sacrificios, en todos estos años de estudios, nos incentivaron a que se haga realidad uno de nuestros grandes anhelos, el de continuar nuestra formación académica y culminar con éxito los estudios superiores.

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a los docentes y en especial a mi Tutor Ing. Vladimir Ortiz Bustamante que gracias a sus conocimientos y ayuda pudimos concluir con éxitos nuestro Proyecto de Investigación.

Luis Alejandro Coello Tapia
Marllury Lorena Crespo Vásquez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

LATACUNGA – ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE

Autores: Luis Alejandro Coello Tapia Y Marllury Lorena Crespo Vásquez

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito, determinar métodos de intercepción y captación de afluentes del río Cutuchi para la prevención de su contaminación y desarrollar un sistema de canales que sean el punto de partida para la conducción del fluido y permita que agua de calidad sea usada para el desarrollo de actividades productivas en la provincia de Cotopaxi, es así que se ha determinado el caudal de diez puntos de afluentes partiendo en las coordenadas (767186.5 - 9919392.9) en la hacienda San Agustín de Callo hasta las zonas pantanosas de Lasso (766228.1 - 9917245.1) por medio del método de flotación y método del correntómetro dando un total de 0.79 m³/s de agua que es descargada hacia el cuerpo de agua contaminada, siendo un desperdicio innecesario, ya que esta agua es proveniente de vertientes naturales y podría ser utilizada para el uso agrícola, doméstico, industrial o para el consumo humano. De esta manera con la necesidad que existe se estableció el diseño del canal en tipo (rectangular) y material (concreto liso), por medio del software HCanales que permitió obtener la eficiencia máxima del canal, así mismo se determinó los costos de construcción del proyecto con un valor total de \$145,033.90, para la recuperación de agua que tiene una descarga al río Cutuchi, incrementando el volumen de agua contaminada contaminantico en la región central del país.

Palabras clave: afluentes captación, conducción, diseño, flotación, intercepción, recuperación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

LATACUNGA – ECUADOR

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RECURCES

TITLE: Interception and capture of tributaries to the river Cutuchi to prevent their pollution

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine interception and capture methods of Cutuchi River affluents to prevent contamination and develop channels system that are starting point for the conduction of the fluid and allow quality water to be used on productive activities in at Cotopaxi province, so it has been determined the flow of ten starting points at coordinates (767186.5 - 9919392.9) swampy areas of San Agustín de Callo in Lasso (766228.1 - 9917245.1) by flotation method and current meter method giving a total of 0.79 m³ / s of water that is discharged into contaminated water area, being an unnecessary waste, since this water is coming from water eyes and natural springs and could be used for agricultural, domestic, industrial or human consumption. In this way, the design of the channel in type (trapezoidal) and material (smooth concrete) was established, through the HCanales software that allowed to obtain maximum efficiency of the channel and construction costs of the project were determined with a total value of \$ 145,033.90, for water recovery, which has a discharge to Cutuchi river, increasing the volume of contaminated water at central region of the country.

Keywords: affluent capture, conduction, design, flotation, interception, recovery,

TITULACION II

DECLARACION DE AUTORIA	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. Información General	1
2. Resumen	2
3. Justificación del proyecto	2
4. Beneficiarios del proyecto	4
5. El problema de investigación	4
6. Objetivos:	5
General	5
Específicos	5
8. Fundamentación científico técnica	7
8.1 Agua	7
8.1.1 Afluente de agua	7
8.1.2 Efluente de agua	8
8.2 Fuentes de abastecimiento	8
8.2.1 Cantidad de agua	8
8.2.2 Calidad de agua	8
8.3 Tipos de fuentes de agua	9
8.3.1 Agua de lluvia	9
8.4 Cuenca hidrográfica	10
8.6 Manejo de cuencas hidrográficas	11
8.7 Caudal ambiental	11
8.8 Descargas contaminantes	12
8.8.1 Contaminación del agua	12
8.9 Sistemas de tratamiento	13
8.9.1 Tipos de sistemas	13
8.9.2 Captación de manantiales	14
8.9.3 Tipos de captación	14

8.10 Marco legal.....	15
8.10.1 Constitución de la República del Ecuador	15
8.10.2 Código Orgánico Ambiental	16
9. Validación de las preguntas científicas	20
Línea base.....	20
Cuenca del Río Cutuchi.....	20
10.1.4 Caracterización de la cuenca del Río Cutuchi.....	24
10.2.1 Fase de inspección	24
10.3 Parámetros de medición	25
10.4 Fase de medición de los caudales.....	26
10.4.1 Método de flotador	26
10.5 Protocolo seguido para la ejecución.....	26
a. Tipo de medición.....	26
b. Puntos de medición	27
10.6 Procedimiento.....	27
11. Análisis y discusión de los resultados.	27
11.1 Resultado de medición de caudal de afluentes.....	27
Propuesta Diseño de la conducción por canal rectangular del agua.	34
1. Introducción	34
2. Objetivo general.....	34
Objetivos específicos:	34
3. Justificación.....	34
4. Desarrollo de la propuesta.....	35
4.1 Captación del agua	35
4.2 Captación 1.....	35
4.2.1 Calculo para la conducción del agua	36
4.2.2 Determinación de la pendiente del lugar.....	38
4.2.3 Procedimiento	38
4.3 Captación 2.....	42
5. Costo de la conducción	45
Conclusiones.....	49
Recomendaciones	50
Referencias	51

Índice de tablas

Tabla 1: Beneficiarios directos.....	4
Tabla 2: Beneficiarios indirectos.....	4
Tabla 3: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	6
Tabla 4: Ubicación Geográfica.....	23
Tabla 5: Cronograma de Inspección.....	25
Tabla 6: Fuentes limpias por el método de flotador.....	29
Tabla 7: Fuentes contaminadas por el método de flotador.....	30
Tabla 8: Caudal por el método del correntómetro.....	31
Tabla 9: Presupuesto.....	32
Tabla 10: Borde libre.....	37
Tabla 11: Rugosidad de materiales.....	38
Tabla 12: Resultados captación 1.....	41
Tabla 13: Diseño del canal.....	42
Tabla 14: Resultados de la captación 2.....	44
Tabla 15: Costo de la conducción del agua en concreto.....	47
Tabla 16: Cronograma de actividades.....	48

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Mapa Cuenca del río Cutuchi.	22
Ilustración 2: Caudal	36
Ilustración 3: Ingreso de datos	38
Ilustración 4: Datos	39
Ilustración 5: Ventana emergente	39
Ilustración 6: Resultados	39
Ilustración 7: Caudal	43
Ilustración 8: Sección hidráulica del canal	45
Ilustración 9: Paso carrosable por metro lineal.....	46
Ilustración 10: Compuerta metálica	46

1. Información General

Título del Proyecto:

“Intercepción y captación de afluentes al río Cutuchi para la prevención de su contaminación”

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi – Cantón Latacunga hasta los límites de Salcedo

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Equipo de Trabajo:

Vladimir Ortiz Bustamante

Teléfono: 0995272510

Correo: vladimirortizbustamante@gmail.com

Coordinadores del proyecto

Luis Alejandro Coello Tapia

Teléfono: 0984676083

Correo: alejo.coello.v@gmail.com

Marllury Lorena Crespo Vázquez

Teléfono: 0961061023

Correo: marlluryy02@gmail.com

Área de Conocimiento:

Identificación de cuencas hídricas y puntos de descarga para determinar calidad y cantidad del agua

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Impactos Ambientales

Líneas de Vinculación: Protección del Medio Ambiente y Desastres Naturales

2. Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como propósito, determinar métodos de intercepción y captación de afluentes del río Cutuchi para la prevención de su contaminación y desarrollar un sistema de canales que sean el punto de partida para la conducción del fluido y permita que agua de calidad sea usada para el desarrollo de actividades productivas en la provincia de Cotopaxi, es así que se ha determinado el caudal de diez puntos de afluentes partiendo en las coordenadas (767186.5 - 9919392.9) en la hacienda San Agustín de Callo hasta las zonas pantanosas de Lasso (766228.1 - 9917245.1) por medio del método de flotación y método del correntómetro dando un total de 0.79 m³/s de agua que es descargada hacia el cuerpo de agua contaminada, siendo un desperdicio innecesario, ya que esta agua es proveniente de vertientes naturales y podría ser utilizada para el uso agrícola, doméstico, industrial o para el consumo humano. De esta manera con la necesidad que existe se estableció el diseño del canal en tipo (rectangular) y material (concreto liso), por medio del software HCanales que permitió obtener la eficiencia máxima del canal, así mismo se determinó los costos de construcción del proyecto con un valor total de \$145,033.90, para la recuperación de agua que tiene una descarga al río Cutuchi, incrementando el volumen de agua contaminada contaminando en la región central del país.

Palabras clave: afluentes captación, conducción, diseño, flotación, intercepción, recuperación,

3. Justificación del proyecto

El Río Cutuchi ha tenido muchos problemas en lo referente a la calidad y cantidad de agua del mismo, es así que se ha considerado el desarrollo de la investigación denominada: “Intercepción y captación de afluentes al río Cutuchi para la prevención de su contaminación”.

Es así, que la presente investigación propone la cuantificación del número de afluentes y los caudales de los mismos en la cuenca alta del Río Cutuchi, por lo tanto, el presente trabajo de titulación pretende, recuperar agua de calidad y en cantidad frente a la escasez de agua en el mundo, y asegurar la calidad de la misma, la que pueda ser utilizada en el desarrollo de actividades de beneficio para el ser humano, el ambiente y la producción local.

Por lo que, en la actualidad el río Cutuchi es conocido por sus altos niveles de contaminación; hecho que genera preocupación en los habitantes de la región central del país, pues de este son captadas aguas para el sistema de riego, como el canal Latacunga – Salcedo - Ambato y otros que cubren grandes zonas de cultivo, los que abastecen a vastos territorios de la Región e inciden en la calidad de la producción agropecuaria, la que es de consumo regional y nacional y repercute sobre la salud de sus consumidores. (Telegrafo, 2015)

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la investigación brindará alternativas para la conducción y la intercepción del agua en los afluentes del río Cutuchi, lo que, permite recuperar agua de calidad y por el otro reducir el caudal de agua contaminada, de esta manera economizar costos de tratamiento y mejorar el aprovechamiento y uso sostenible del recurso hídrico.

Para esto, es necesario identificar y georeferenciar en campo los afluentes de agua provenientes de vertientes u otros, que de forma natural descargan en la cuenca alta del río Cutuchi, elementos que se expresaran mediante el caudal y la cantidad de agua a recuperar. Dando así inicio y factibilidad a la propuesta y a la futura aplicación y ejecución del proyecto, previniendo así, la contaminación del agua como líquido vital.

Es así, que la presente investigación constituye un aporte social, ambiental y económico, que genere métodos alternativos y permita que las autoridades ejerzan sus competencias y compromisos con el ambiente y con las futuras generaciones (Sostenibilidad). Además, el presente aporte investigativo y técnico tenga el potencial de ser un material de investigación y consulta técnica en el área ambiental.

4. Beneficiarios del proyecto

Tabla 1: Beneficiarios directos.

Parroquia	Población	%Hombres	% Mujeres
Alaquez	4.895	2.343 (47.86%)	2.552 (52.13%)
Belisario Quevedo	5.581	2.624 (47.01%)	2.957 (52.99%)
Joseguango Bajo	2.708	1.294 (47.78%)	1.414 (52.22%)
Mulaló	7.360	3.606 (48.99%)	3.754 (51.01%)
San Juan De Pastocalle	9.933	4.734 (47.65%)	5.199 (52.35%)
Tanicuchi	11.009	5.4308 (49.32%)	5.579 (50.68%)
Total	41.486		

Autor: Coello A. – Crespo M. (2020).

Fuente: (INEC, 2010)

Tabla 2: Beneficiarios indirectos.

Población de Latacunga	
HOMBRES	MUJERES
82.301	88.188
48.24%	51.76%
TOTAL: 170489 habitantes	

Autor: Coello A. – Crespo M. (2019)

Fuente: (INEC, 2010)

5. El problema de investigación

A nivel mundial, de acuerdo a la (ONU, 2019), el agua contaminada plantea riesgos significativos en la salud de la población, como lo son: diarrea, infecciones y malnutrición, los mismos que ocasionan 1.7 millones de muertes al año, la mitad de ellas en niños. El 90% de estos fallecimientos ocurren en países en vías de desarrollo y principalmente a causa de la ingestión de patógenos fecales de humanos o animales.

Así mismo la (UNESCO, 2017), determinó que más del 80% de las aguas residuales del mundo se vierten en el medio ambiente sin un previo tratamiento, una cifra que alcanza el 95% en algunos países menos desarrollados como el nuestro.

Queda evidente que el 80% de la población mundial carece de sistemas adecuados de saneamiento ambiental, por lo que actualmente este servicio, en algunos sectores se limita

a cubrir solo el 26% a nivel urbano y 34% rural, lo que genera necesidades básicas insatisfechas en relación al saneamiento y aguas residuales que afectan al ser humano y ambiente (UNESCO, 2017).

Ante lo expuesto, es claro que también este problema ambiental se lo expresa en el país, concretamente en la Cuenca alta del Pastaza “Río Cutuchi”, según información generada por diferentes instituciones a nivel nacional como SENAGUA, varias universidades del país, el Ministerio del Ambiente y otras entidades públicas y privadas, sumados a datos de prensa, se determina que el río Cutuchi en la actualidad tiene descargas de un caudal máximo de 40 metros cúbicos de contaminantes diariamente desechados al mismo. Así como la presencia de metales pesados (cadmio, plomo), coliformes totales, coliformes fecales en su caudal (Telegrafo, 2015).

Según lo expresado en el estudio publicado por Water Research (2018), la concentración de coliformes fecales en el agua está fuertemente relacionada con la densidad de población aguas arriba, además que el río recibe aproximadamente 100 veces más aguas residuales per cápita en la población urbana que la rural. Hecho que de seguro tiene relación directa con la cobertura del servicio de alcantarillado en el territorio cantonal. (ONU, 2019)

Los caudales residuales descargados a este río, resultan de actividades productivas industriales, agroindustriales, de servicios y descargas de alcantarillado domiciliar, que se encuentran en toda la subcuenca. Se puede evidenciar que junto al río Cutuchi y particularmente en las parroquias de Pastocalle, Tanicuchí, Aláquez y San Buena Ventura se encuentra una gran variedad de industrias, agroindustrias y prestadoras de servicios que vierten a diario descargas de aguas sin el debido tratamiento, sin considerar conexiones y descargas clandestinas a lo largo del tramo del río.

6. Objetivos:

General

- Determinar métodos de intercepción y captación de afluentes del río Cutuchi para la prevención de su contaminación.

Específicos

- Identificar los afluentes de la cuenca alta del río Cutuchi en el sector cercano al Parque Nacional Cotopaxi entre los límites de los cantones Latacunga y Salcedo, con su ubicación y caudal.

- Establecer los métodos de intercepción y captación de afluentes del río Cutuchi para la prevención de su contaminación.
- Proponer los diseños de intercepción y captación de afluentes del río Cutuchi.

7. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados

Tabla 3: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.

Objetivos	Actividad	Resultados de actividad	Medio de verificación
Identificar los afluentes de la cuenca alta del río Cutuchi en el sector cercano al Parque Nacional Cotopaxi entre los límites de los cantones Latacunga y Salcedo, con su ubicación y caudal.	Se realizó un estudio en mapas digitales y entrevistas a los moradores cercanos al río Cutuchi para establecer los puntos posibles de afluentes existentes en el área de estudio.	En base a las actividades establecidas se verifico los puntos clave de la desembocadura de los afluentes al río Cutuchi	Registro fotográfico
Establecer los métodos de intercepción y captación de afluentes del río Cutuchi para la prevención de su contaminación.	Se realizó la investigación de los métodos de intercepción y captación apropiados para las zonas de estudio.	En base a las actividades se determinó los métodos de flotador y correntómetro para establecer el caudal de los afluentes del río Cutuchi.	Registros bibliográficos
Proponer los diseños de intercepción y captación de afluentes del río Cutuchi.	Se obtuvo el caudal de cada uno de los afluentes de estudio para la determinación de un diseño de conducción del agua.	El diseño de canal apropiado para la estructura de la conducción fue de tipo rectangular y con material de hormigón simple.	Registros bibliográficos (planos) Programas (Excel, HCanales)

Autor: Coello A. – Crespo M. (2019)

8. Fundamentación científico técnica

8.1 Agua

Actualmente en el planeta, los recursos naturales han sufrido permanentes procesos de alteración debido a la producción, uso y aprovechamiento de los mismos, los cuales se encuentran directamente relacionados con los contaminantes y sus orígenes, mismos que pueden ser de tipo industrial, agroindustrial y doméstico, hecho que incide directamente en la calidad ambiental del recurso y repercute sobre el ambiente y el ser humano. (Domínguez, 2015)

El agua también se lleva su parte en cuanto a la contaminación pues, lastimosamente la falta de conciencia, cultura y educación ambiental en los seres humanos conlleva a que luego del consumo de productos en sus distintas actividades diarias, las envolturas o envases terminan fácilmente por ser arrojadas a los cuerpos de agua superficial como ríos, lagos, acequias, entre otros, que en muchas ocasiones son fuentes de abastecimiento de agua potable y el cuerpo de agua más grande como lo es el mar el cual se ha convertido en el basurero del planeta puesto que la gran mayoría de los desperdicios llegan a reposar en sus aguas. (Téllez, s.f.)

En nuestro país recurso natural del agua se obtiene de fuentes naturales que se ubican a lo largo de la Cordillera de los Andes; otras fuentes son el agua de lluvia, ríos, lagos, mares y aguas subterráneas. La mayor parte de estas fuentes son aprovechadas por poblaciones cercanas, como en el caso de las zonas rurales para regadío y consumo humano; mientras que el resto de agua que se encuentra se destina para el servicio de agua potable de las grandes ciudades. Generalmente el agua en su origen no tiene mayor problema con la contaminación, sino que este problema se presenta después del paso del recurso por las ciudades e industrias, provocándose un daño ambiental, y que se debería exigir que se cumpla con el principio “quien contamina paga”, porque en el caso de estudio de esta investigación el río Cutuchi y su sistema hídrico es contaminado prácticamente en todos sus niveles y nadie hace nada por reparar este daño, toda vez que se conoce al sujeto autor de la contaminación (Briceño, 2005)

8.1.1 Afluente de agua

De acuerdo a la Real Academia Española (RAE, 2019), un afluente es considerado como un arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro principal, mientras que en él (TULSMA, 2015), es el agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un

cuerpo de agua receptor, reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento, siendo este un río principal como el río Cutuchi.

8.1.2 Efluente de agua

Un efluente de agua es un líquido que procede de una planta industrial (RAE, 2019); mientras que para (TULSMA, 2015), una descarga o vertido líquido proveniente de un proceso productivo o de una actividad determinada.

8.2 Fuentes de abastecimiento

Las fuentes de agua constituyen el principal recurso en el suministro de agua en forma individual o colectiva para satisfacer sus necesidades de alimentación, higiene y aseo de las personas que integran una localidad.

Su ubicación, tipo, caudal y calidad del agua serán determinantes para la selección y diseño del tipo de sistema de abastecimiento de agua a construirse. Cabe señalar que es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para dotar de agua en cantidad suficiente a la población y, por otro, realizar el análisis físico, químico y bacteriológico del agua y evaluar los resultados con los valores de concentración máxima admisible recomendados por la OMS. Además de estos requisitos, la fuente de agua debe tener un caudal mínimo en época de estiaje igual o mayor al requerido por el proyecto; a fin de que no existan problemas legales de propiedad o de uso que perjudiquen su utilización y; que las características hidrográficas de la cuenca, por lo que no deben tener fluctuaciones que afecten su continuidad. (Muñoz, 2008)

8.2.1 Cantidad de agua

La carencia de registros hidrológicos nos obliga a realizar una concienzuda investigación de las afluentes de agua en el río Cutuchi. Donde lo ideal sería que la investigación planteada se lo realizara en temporada crítica de rendimientos que corresponde a los meses de estiaje y lluvias, con la finalidad de conocer los caudales máximos y mínimos. El caudal mínimo debe ser mayor al valor del consumo máximo diario (Qmd). El Qmd representa la demanda de la población al final de la vida útil considerado en el proyecto, siendo por lo general, de 20 años para las obras de agua potable (CEPIS, 2003)

8.2.2 Calidad de agua

Calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas de la misma. Lo cual en si es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o

propósito. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas ante las cuales puede evaluarse el cumplimiento de la calidad de la misma. (Ayers, 1976)).

Los requerimientos básicos para que el agua sea potable:

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- Ser aceptablemente clara (baja turbidez, poco color, etc.).
- No salina.
- Que no contenga compuestos que acusen sabor y olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa lavada con ella.

8.3 Tipos de fuentes de agua

8.3.1 Agua de lluvia

El agua de lluvia se emplea en aquellos casos en que no es posible obtener agua superficial de buena calidad y cuando el régimen de lluvia sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico. (Fernández, 2014)

8.3.2 Aguas superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con la información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua. (Domingo J, 2004)

8.3.3 Aguas subterráneas

Parte de las precipitaciones en la cuenca se infiltran en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de éstas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares). (Netto, 1975)

8.4 Cuenca hidrográfica

Las cuencas hidrográficas son algo más que sólo áreas de desagüe alrededor de las comunidades. Son necesarias para brindar un hábitat a plantas y animales, además proporcionan agua potable para la gente, sus cultivos, animales e industrias. También nos brinda la oportunidad de divertirnos y disfrutar de la naturaleza. La protección de los recursos naturales en nuestras cuencas es esencial para mantener la salud y el bienestar de todos los seres vivos, tanto en el presente como en el (Villegas, 2004)

8.5 Caracterización de cuencas hidrográficas

En el proceso de planificación, manejo y gestión de cuencas hidrográficas es necesaria la caracterización de las mismas. La caracterización en si es un inventario detallado de los recursos y las condiciones biofísicas, socioeconómicas y ambientales de la cuenca y sus interrelaciones. (Ramakrishna, 1997).

Este proceso está dirigido fundamentalmente a cuantificar las variables que tipifican a la cuenca, con el fin de establecer la vocación, posibilidades y limitaciones de sus recursos naturales y el ambiente, incorporando las condiciones socioeconómicas de las comunidades que la habitan a su entorno.

Según (Ramakrishna, 1997), el proceso de manejo de cuencas, la caracterización cumple tres funciones fundamentales:

1. Describir y tipificar las características principales de la cuenca.
2. Sirve de información básica para definir y cuantificar el conjunto de indicadores que servirán de línea base para el seguimiento, monitoreo y evaluación de resultados e impactos de los planes, programas o proyectos de manejo y gestión de cuencas.
3. Sirve de base para el diagnóstico, donde se identifican y priorizan los principales problemas de la cuenca, se identifican sus causas, consecuencias y soluciones y se determinan las potencialidades y oportunidades de la cuenca.

La caracterización es el tercer elemento del proceso de manejo de cuencas hidrográficas, constituye el componente de base sobre el cual se empieza a edificar toda la planificación e implementación de este proceso. Esta caracterización debe ser integral para poder entender la cuenca como sistema. Con frecuencia, muchos proyectos de manejo de cuencas, omiten o parten de caracterizaciones incompletas por razones económicas, de falta de conocimientos, de claridad conceptual y práctica, o porque simplemente en la formulación del proyecto no se contempló como un componente importante y necesario. Una de las deficiencias comunes en planes de manejo y gestión de cuencas, es que se realizan caracterizaciones detalladas, pero luego no se utilizan ni

relacionan en el diagnóstico y la línea base. Para nuestro caso afluentes que descargan a la Cuenca Alta. (Barriga M, 2007).

Debido a que la gestión de cuencas es un proceso con objetivos a corto, mediano y largo plazo en términos de la rehabilitación (5, 10, 20 años), y permanente en términos del manejo sostenible, la planificación debe sustentarse en información completa e integral de la cuenca, para evitar errores en la priorización e intervención, que podrían llevar no solamente a un uso ineficiente de los recursos humanos y económicos, sino a la falta de resultados e impactos favorables concretos que justifiquen y motiven a todos los actores locales a internalizar y empoderarse del proceso y a las instituciones, decisores, donantes y organismos de cooperación internacional a seguir apoyando esta forma plenamente justificada natural, biofísica y socioeconómicamente de gestión del territorio. (Jiménez, 2010)

8.6 Manejo de cuencas hidrográficas

Para el ordenamiento y manejo de una cuenca hidrográfica, ésta se analiza como una unidad conformada por sub cuencas y éstas a su vez, por micro cuencas. Por lo tanto, una sub cuenca, es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca hidrográfica; varias sub cuencas pueden conformar una cuenca; en cambio una micro cuenca, es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de una sub cuenca, varias micro cuencas pueden conformar una sub cuenca (Morales, 1997)

Se entiende por manejo de cuencas hidrográficas a la aplicación de principios y métodos para el uso racional, integrado y participativo de los recursos naturales de la cuenca; fundamentalmente del agua, del suelo y de la vegetación, a fin de lograr una producción óptima y sostenida de estos recursos con el mínimo deterioro ambiental, para beneficio de los pobladores y usuarios de la cuenca. En el manejo de la cuenca es importante la labor coordinada de las instituciones públicas y privadas pertinentes. (Jorge Silva, 2008)

8.7 Caudal ambiental

Si bien la literatura hace referencia tanto a caudales ambientales como a caudales ecológicos, en el presente proyecto se acoge el término caudal ambiental, luego de un breve análisis. En primera instancia, separando las dos palabras que conforman el término caudal ecológico, “caudal” es un elemento básico de hidrólogos, hidráulicos, y en cierta forma de gestores del agua, mientras que “ecológico” refiere a la biología de los ecosistemas (Jalon, 1998). En cambio, la palabra “ambiental” tiene mayor alcance, y

comprende tanto el componente ecológico como el sector turístico, calidad del agua, concesiones de caudal, entre otros; por consiguiente, la determinación de caudales ambientales involucra una tarea de mayor vocación multidisciplinaria.

Un caudal ambiental, se entiende como el flujo de agua que debe mantenerse en un sector hidrográfico para sostener el funcionamiento, composición y estructura del hábitat fluvial en condiciones naturales, conservando así, la integridad ecológica del mismo, su productividad, servicios y beneficios ambientales; garantizando los usos consuntivos y no consuntivos del recurso, en el marco de un manejo sustentable (Jalon, 1998)

8.8 Descargas contaminantes

En 2015, el 71% de la población mundial (5200 millones de personas) utilizaba un servicio de suministro de agua potable gestionado de forma segura, es decir, ubicado en el lugar de uso, disponible cuando se necesita y no contaminado.

El 89% de la población mundial (6500 millones de personas) utilizaba al menos un servicio básico —es decir, una fuente mejorada de suministro de agua potable para acceder a la cual no es necesario un trayecto de ida y vuelta superior a 30 minutos.

Cerca de 844 millones de personas carecen incluso de un servicio básico de suministro de agua potable, cifra que incluye a 159 millones de personas que dependen de aguas superficiales.

En todo el mundo, al menos 2000 millones de personas se abastecen de una fuente de agua potable que está contaminada por heces.

El agua contaminada puede transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Se calcula que la contaminación del agua potable provoca más de 502 000 muertes por diarrea al año.

De aquí a 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua. En los países de ingresos bajos y medios, el 38% de los centros sanitarios carecen de fuentes de agua, el 19% de saneamiento mejorado, y el 35% de agua y jabón para lavarse las manos. (Aguero, 2003)

8.8.1 Contaminación del agua

La contaminación del agua de los ríos y mares puede producirse por la acumulación de materia orgánica de los residuos lo que provoca la disminución del oxígeno disuelto y aumenta los nutrientes de nitrógeno y potasio, lo que ocasiona el aumento descontrolado de algas que son un veneno para los seres vivos que habitan en estas aguas y en la mayoría de los casos puede causar la muerte. (Altamirano, 2010).

La exposición a compuestos metálicos o metales pesados, ha sido asociada con enfermedades como cáncer, leucemia, daños neuronales y hepáticos. En efecto, las condiciones ácidas como las generadas en un relleno sanitario, permiten que metales pesados estén presentes, pues en descargas industriales agroindustriales o domésticas también puedan disolverse y migrar con el lixiviado o descarga generados por sus actividades de consumo, subsistencia o la producción de bienes y servicios. Es así que en algunos casos producto de la acumulación de desechos cercanos a la cuenca se producen los lixiviados, los cuales llegan a los acuíferos o a los cursos de agua superficial, conteniendo muchas sustancias tóxicas que los contaminan con consecuencias perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana (NIEHS, 2002)

8.9 Sistemas de tratamiento

El término tratamiento de aguas es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico, físico-químico o biológico, cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales, en el caso de las aguas negras_urbanas. La finalidad de estas operaciones, es obtener agua con las características adecuadas para el uso que se vaya a dar en relación a las normas técnicas establecidas para ello, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final. (Reynolds, 2001)

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos primarios, secundarios, terciarios y hasta cuaternarios en algunos casos, los cuales tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente para sus diferentes usos.

La prioridad entonces frente a la escasez y contaminación del agua, ha sido tratar las aguas residuales en plantas de tratamiento que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido está directamente diseñado en función de la capacidad de auto purificación natural. (Romero, 1999)

8.9.1 Tipos de sistemas

En la mayoría de las poblaciones rurales se utilizan dos tipos de fuentes de agua: Las superficiales y las subterráneas, siendo la de mejor calidad las fuentes subterráneas representadas por los manantiales, que usualmente se pueden usar sin tratamiento, a

condición de que estén adecuadamente protegidos con estructuras que impidan la contaminación del agua. Estas fuentes son las que se utilizan en los sistemas de agua potable por gravedad sin tratamiento, que comparado con los de bombeo y/o de tratamiento, son de fácil construcción, operación y mantenimiento; tienen mayor continuidad; menores costos, y la administración del servicio es realizada por la misma población. (Meuli C, 2001).

Para dicho propósito se puede definir al manantial como un lugar donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea. Por lo general el agua fluye a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. (Custodio, 1996)

En los lugares donde existen estratos impermeables, éstos bloquean el flujo subterráneo de agua y permiten que aflore a la superficie. Los manantiales se clasifican por su ubicación y su afloramiento. Por su ubicación son de ladera o de fondo; y por su afloramiento son de tipo concentrado o difuso.

8.9.2 Captación de manantiales

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable en el lugar del afloramiento, se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser transportada mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. La fuente en lo posible no debe ser vulnerable a desastres naturales, en todo caso debe contemplar las seguridades del caso. (Vivancos, 2002)

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerán de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase del manantial; buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua, ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

Es importante que se incorporen características de diseño que permitan desarrollar una estructura de captación que considere un control adecuado del agua, oportunidad de sedimentación y facilidad de inspección y operación. (Netto, 1975)

8.9.3 Tipos de captación

Como la captación depende del tipo de fuente, de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constará de tres partes: La primera, corresponde a la protección del afloramiento; la

segunda, a una cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión del área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene una canastilla de salida para conducir el agua requerida y un cono de rebose para eliminar el exceso de producción de la fuente. (Rojas, 2012). Si se considera como fuente de agua un manantial de fondo y concentrado, la estructura de captación podrá reducirse a una cámara sin fondo que rodee el punto donde el agua brota. Constará de dos partes: La primera, la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse; la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia. (Corominas, 2010).

Si existen manantiales cercanos unos a otros, se podrá construir varias cámaras de las que partan tubos o galerías hacia una cámara de recolección de donde se inicie la línea de conducción. Adyacente a la cámara colectora se considera la construcción de la cámara seca cuya función es la de proteger la válvula de salida de agua. (CEPIS, 2003)

8.10 Marco legal

En función de la pirámide de Kelsen y por su jerarquía se ha definido la siguiente base legal:

8.10.1 Constitución de la República del Ecuador

De acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador (Constitucion Ecuador, 2008) en el Título I, Elementos constitutivos del estado en el Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado:

1. Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes.

De igual manera en el Capítulo segundo: Derechos del buen vivir. Sección primera Agua y alimentación en el 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.

8.10.2 Código Orgánico Ambiental

Para el Código Orgánico Ambiental (COA, 2017), se estipula lo siguiente:

Art. 26.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales en materia ambiental.

8. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido;

Art. 30.- Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

7. Adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua.

Art. 38.- Objetivos. Las áreas naturales incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, cumplirán con los siguientes objetivos:

5. Mantener la dinámica hidrológica de las cuencas hidrográficas y proteger los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas.

Art. 175.- Intersección. Para el otorgamiento de autorizaciones administrativas se deberá obtener a través del Sistema Único de Información Ambiental el certificado de intersección que determine si la obra, actividad o proyecto intersecta o no con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Patrimonio Forestal Nacional y zonas intangibles.

En los casos de intersección con zonas intangibles, las medidas de regulación se coordinarán con la autoridad competente.

Art. 196.- Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán contar con la infraestructura técnica para la instalación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales, de conformidad con la ley y la normativa técnica expedida para el efecto. Asimismo, deberán fomentar el tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización, siempre y cuando estas recuperen los niveles cualitativos y cuantitativos que exija la autoridad competente y no se afecte la salubridad pública. Cuando las aguas residuales no puedan llevarse al sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos o la vida silvestre. Las obras deberán ser previamente aprobadas a través de las autorizaciones respectivas emitidas por las autoridades

8.10.3 Código Orgánico De Organización Territorial, COOTAD

Así mismo el (COOTAD, 2010), dicta lo siguiente:

En el Art. 34.- Atribuciones del consejo regional. - Son atribuciones del consejo regional las siguientes:

h) Podrán también ejercer la gestión hídrica empresas de economía mixtas, referidas a la gestión hidroeléctrica, garantizando el derecho humano al agua y la prohibición constitucional de no privatización;

Art. 111.- Sectores estratégicos. - Son aquellos en los que el Estado en sus diversos niveles de gobierno se reserva todas sus competencias y facultades, dada su decisiva influencia económica, social, política o ambiental.

La facultad de rectoría y la definición del modelo de gestión de cada sector estratégico corresponden de manera exclusiva al gobierno central. El ejercicio de las restantes facultades y competencias podrá ser concurrente en los distintos niveles de gobierno de conformidad con este Código.

Son sectores estratégicos la generación de energía en todas sus formas: las telecomunicaciones; los recursos naturales no renovables; el transporte y la refinación de hidrocarburos: la biodiversidad y el patrimonio genético; el espectro radioeléctrico; el agua; y los demás que determine 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.

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 cogestión de las cuencas hidrográficas.

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.

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.

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.

Art. 430.- Usos de ríos, playas y quebradas. - Los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, formularán ordenanzas para delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, quebradas, cursos de agua, acequias y sus márgenes de protección, de acuerdo a lo dispuesto en la Constitución y la ley.

Nota: Artículo reformado por Ley No. 00, publicada en Registro Oficial Suplemento 166 de 21 de enero del 2014.

9. Validación de las preguntas científicas

- ¿Se podrá recuperar el agua del Río Cutuchi mediante la intercepción y la conducción adecuada del agua de los afluentes que descargan al Río Cutuchi?

Con la ayuda de las dos metodologías, (método de flotador y método del correntómetro), se verificó que las afluentes provenientes de vertientes naturales que desembocan en el Río Cutuchi, tienen un caudal considerable y adecuado y tiene las condiciones necesarias para la intercepción por medio de interceptores directos y la conducción por medio de un canal rectangular con sus medidas establecidas.

- ¿Cuántas afluentes y que caudal de agua aportan a la Cuenca alta del Pastaza desde el Parque Nacional Cotopaxi hasta los límites de Salcedo?

En el recorrido iniciado en el Parque Nacional Cotopaxi hasta los límites con Salcedo se midieron 23 afluentes lo cuales se clasificaron en dos grupos: las primeras como fuentes no contaminadas las cuales fueron 14 afluentes con un total de 1.65 m³/s y fuentes contaminadas las cuales representaron los 9 restantes con un caudal de 2.61 m³/s. Siendo un caudal de aporte hacia el río Cutuchi de 4.26 m³/s de agua.

- ¿Se podrá interceptar y captar los afluentes de agua para prevenir su contaminación?

Para las ocho fuentes no contaminadas y aptas para el diseño se podrá contar con interceptores y un canal principal de conducción de 4635.9 metros de longitud con un área de revestimiento de 0.165 m².

10. Metodologías/Diseño Experimental.

Línea base

Cuenca del Río Cutuchi

La cuenca del Río Cutuchi, nace de los deshielos del volcán Cotopaxi, tiene un recorrido desde la región comprendida entre el sector de Lasso y la ciudad de la Latacunga (extremo sur), la cuenca se encuentra en estado deteriorado por la contaminación de los consecuentes problemas ocasionados por el uso de fertilizantes en la agricultura, además por industrias que desfogon aguas servidas en el río sin un debido tratamiento (Rojas, 2012). La cuenca del río Cutuchi, posee una superficie de 428.020,87 has de superficie, en los cantones en los cuales se encuentra esta cuenca hidrográfica, se asienta 931, 831 hab (INEC, 2010). De acuerdo al censo de Gestión, Gasto e Inversión Ambiental para Municipios y Consejos Provinciales del 2010, en la cuenca del Río Cutuchi se encuentran 14 cantones que son beneficiarios directos del agua para el desarrollo de sus actividades,

los cuales en gran mayoría son aprovechadas para el uso de actividades agropecuarias.

Esta cuenca presenta rangos de precipitación anual que van desde 250-500 mm, como en las ciudades de Latacunga, Mocha, Tisaleo. La mayor parte de la cuenca (64,28%) presenta una precipitación que va desde 500-750 mm, como por ejemplo las ciudades de Ambato, Quero, San Miguel, Píllaro. En la parte oriental de esta cuenca las precipitaciones aumentan llegando incluso hasta 2000 mm³ (INHAMI, 2012).

En lo referente a las redes hídricas, esta cuenca está cubierta por 5748.219 m aproximadamente. De afluentes hídricos, que contempla desde acequias, quebradas, ríos simples. Lo que significa que presente una densidad de efluentes hídricos de 13,43 m/ha.

Existe 2.131 km, de recursos hídricos que se encuentran hasta 5 km. de distancia de ciudades principales como son Ambato, Latacunga, Saquisilí, Pujilí, Pillaro, Salcedo, Quero, Tacaso, Quinzapincha, San Agustín de Calla, Pilahuín, San Juan de Pasto Calle. Es decir, el 37% de la red hidrográfica de esta cuenca se encuentra muy cercana a centros poblados de importancia y cuyas actividades seguramente requieren ser controladas y medidas.

En esta cuenca, de acuerdo a información levanta de uso del suelo levantada por el MAE, mediante el proyecto mapa histórico de deforestación, en el 2008 la mayor superficie de la cuenca es dedicada para tierras agrícolas con casi el 51% de la cuenca, seguida de la vegetación arbustiva y herbácea. La categoría de bosque ocupa el 4,35%

En la investigación se utilizó la siguiente metodología para el cumplimiento de los objetivos planteados:

10.1 Selección del lugar de estudio

10.1.1 Localización.

El área de estudio se dio inició en el Parque Nacional Cotopaxi en las coordenadas (770504.6 - 9923269.6) hasta los límites con Salcedo en la quebrada Compadre Huaico en las coordenadas (767385.3 – 9884627), con una distancia recorrida de 54 km.

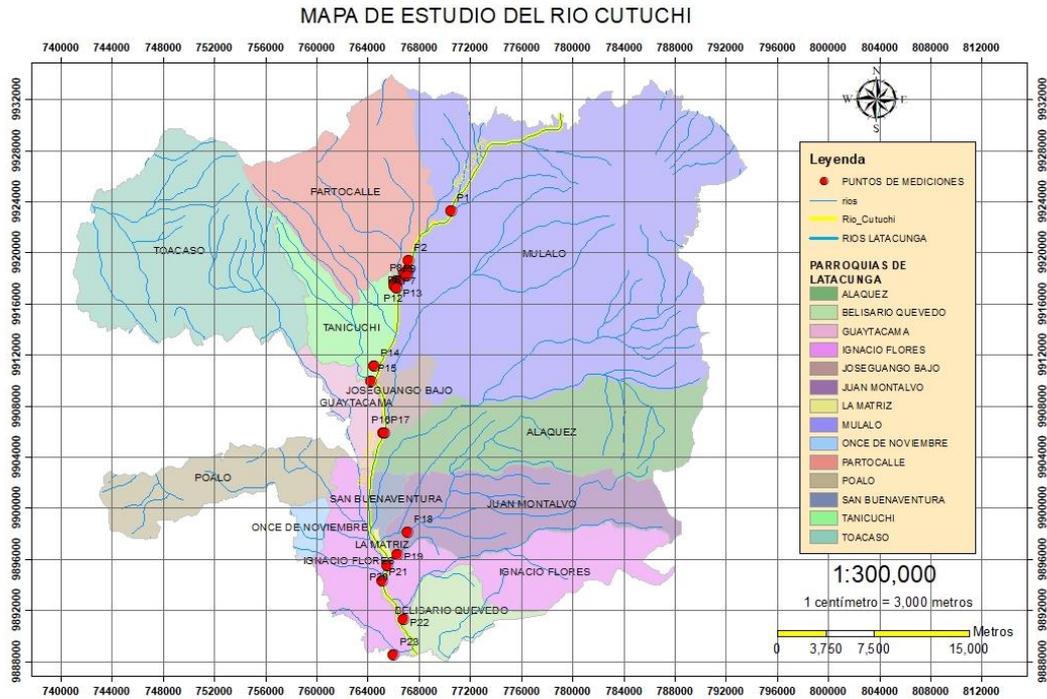
10.1.2 Descripción del área.

La descripción del área se realiza con el objetivo de identificar los puntos de focalización de interés del proyecto, lo que permitió establecer el número de afluentes contaminadas y no contaminadas para establecer las afluentes de interés y desarrollo del proyecto.

10.1.3 Ubicación geográfica

El estudio del proyecto está comprendido a lo largo de 56 km del tramo entre el Parque Nacional Cotopaxi y los límites con Salcedo.

Ilustración 1: Mapa Cuenca del río Cutuchi.



Elaborado por: Coello A (2020).

Tabla 4: Ubicación Geográfica

Ubicación Geográfica				
N°	Latitud	Longitud	Altitud	Observación
1	770504.6	9923269.6	3180 m	Entrada del Parque Nacional Cotopaxi
2	767186.5	9919392.9	3080 m	Hacienda San Agustín De Callo
3	767116.9	9918604.2	3060 m	Ojo De Agua De La Virgen
4	766901.8	9918407.4	3060 m	La Ciénaga (Ojo De Agua)
5	767130.7	9918423.9	3040 m	Propiedad Privada (Callo Bajo)
6	767063	9918160.8	3040 m	Hacienda Cesar Pallasco
7	766358.8	9917834.4	3020 m	Verdecocha
8	766261.3	9917827	3020 m	Río Blanco puente de Tanicuchi
9	766311.9	9917734.5	3020 m	Canal De Tanicuchi en el puente
10	766108.7	9917525	3000 m	Vertientes agua mineral 1 Lasso
11	766093.7	9917441.2	3000 m	Vertientes agua mineral 2 Lasso
12	766218.3	9917317.8	3000 m	Zona Pantanosa Desvió Lasso
13	766228.1	9917245.1	3000 m	Unión 3 Vertientes Lasso
14	764502.3	9911122.3	3000 m	La Avelina E-35
15	764245.5	9909924.9	2920 m	Piedra Colorada entrada a Guaytacama
16	765235	9905903.7	2900 m	Río Patria atrás el colegio Patria (Villas)
17	765263	9905893.9	2840 m	Sequia De La Luz atrás el colegio Patria (Villas)
18	767135.1	9898147.6	2840 m	Río Yanayacu (La Cocha)
19	766354	9896392.1	2840 m	Río la Laguna (EL Polideportivo)
20	765566.7	9895497.8	2760 m	Baño Azul (Latacunga)
21	765138.1	9894353.2	2720 m	Río Pumancuchi (San Rafael)
22	766795.6	9891347.1	2720 m	Río Illuchi (El Niagara-EL Triángulo)
23	766014.4	9888556.6	2680 m	Río Isinche (Salache Bajo)
24	767385.3	9884627	2640 m	Quebrada Compadre Huaico (El Camal de Salcedo-La Argentina)

Fuente: Datos GPS

Elaborado por: Coello A (2020)

Las mediciones fueron realizadas a lo largo del tramo comprendido dentro de la orilla izquierda como la orilla derecha dando un total de 24 puntos de medición.

10.1.4 Caracterización de la cuenca del Río Cutuchi

Según: la estación meteorológica Rumipamba de las Rosas:

10.1.5 Meteorología.

Geomorfología: Acciones tectónicas y volcanismo andino, bosques.

Clima: Zona tropical ecuatoriana.

Zona occidental: Periodo invernal de la sierra Octubre a mayo.

Temperatura medio mensual: Min. 7,4 °C, Max. 14,8 °C

Temperatura media anual: Oscila entre los 12°C y 18°C.

Precipitación anual: Promedio superior a los 200 mm, pero inferior a los 500 mm

Humedad relativa multianual en la zona: Es de 74,3

10.2 Fase de campo

10.2.1 Fase de inspección

La fase de inspección se realizó en dos etapas.

Primera etapa: Se realizó la etapa de planificación con el mapa correspondiente para la ubicación y graficación respectiva de los diferentes afluentes y tipos de descargas hacia el cuerpo de agua, en donde se determinó las coordenadas o puntos posibles de afluentes de lugares claves, en los cuales con la ayuda de material cartográfico se supo la ubicación para la visita de campo.

Segunda etapa: Basados en la información de la Etapa 1 se estableció la visita de campo. La medición de caudales se desarrolló en un periodo de 6 semanas, comprendidas en salidas periódicas de 2 días a la semana iniciando el 27 de octubre del 2019 y finalizando el 27 de noviembre del 2019, así se dividió el trabajo de campo en dos zonas para la coordinación de la logística.

Tercera etapa: Basados en la información de la Etapa 1 y Etapa 2 se estableció una nueva visita de campo, hacia los diez puntos de afluentes establecidos como fuentes de agua no contaminada, para la realización de una nueva medición de caudales con el método de correntómetro, a fin de establecer valores exactos y hacer el diseño del canal.

Tabla 5: Cronograma de Inspección

Zona	Semana
Zona 1: Cuenca alta del Pastaza desde el Parque Nacional Cotopaxi hasta Joseguango Bajo	27-28 de Octubre de 2019 hasta el 10 de Noviembre
Zona 2: Cuenca Media del Pastaza desde el Cantón Latacunga hasta los límites con Salcedo	11-16-17-18 de Noviembre de 2019
Visita a sitios no cubiertos en las semanas anteriores comprendidos en el tramo	24-25-26 de Noviembre de 2019
Análisis y reporte de inspecciones	27 de Noviembre de 2019

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2019)

10.3 Parámetros de medición

Posteriormente se realizaron las visitas de campo para determinar los sitios donde se determinaron los caudales de los afluentes de agua y se consideraron los siguientes aspectos:

1. Accesibilidad del sitio desde las principales vías de comunicación.
2. Accesibilidad de los lugares que están comprendidos como propiedad privada.
3. Disponibilidad y permisos para acceder a zonas privadas.
4. Identificación de tramos simétricos del cuerpo de agua para la realización de las mediciones correspondientes.

En cada sitio se determinaron los principales factores que pueden influir en la calidad del agua como son: fuentes industriales, domésticas, desechos agrícolas, botaderos de basura, etc. También se registran las coordenadas y altitud de cada sitio de medición del caudal. Con la información recopilada en el campo se determinó los sitios de medición. Toda la información de la fase de inspección se registró en una libreta de campo.

10.4 Fase de medición de los caudales

10.4.1 Método de flotador

Con este método se miden caudales de pequeños a grandes con mediana exactitud. Conviene emplearlo más en arroyos de agua tranquila y durante períodos de buen tiempo, porque si hay mucho viento y se altera la superficie del agua, el flotador puede no moverse a la velocidad normal.

La medición de los caudales se ejecutó en los sitios determinados en la fase de inspección bajo un cronograma establecido, (tabla 2). Para la medición de los caudales se realizó por medio del método de flotación, considerando así los diferentes parámetros como: el área transversal y velocidad con un total de 24 mediciones comprendidas entre agua contaminada y agua no contaminada. El equipo de trabajo en cada sitio midió con flotadores (botella plástica), GPS, metro, piola, cronometro y estacas.

Los parámetros de medición son los que presentan mayor efectividad hacia un resultado con menor error.

10.4.2 Método de correntómetro o molinete

En este método, la velocidad del agua se mide por medio de un instrumento llamado “correntómetro” que mide la velocidad en un punto dado de la masa de agua. Un tipo bien conocido es el denominado “molinete de Woltmann”.

Para obtener la velocidad de los afluentes del río Cutuchi se introdujo el molinete a 5 cm de la superficie en diferentes puntos a lo largo de una sección del río.

Conocidas ya las profundidades de lectura, se calcula el área de la sección transversal mojada, que se utilizará para el cálculo del caudal.

$$Q = v \times A,$$

Donde:

v = velocidad determinada con el correntómetro o molinete.

A = Área de la sección mojada transversal correspondiente.

De esta manera se podrá obtener el caudal en función a dos tipos de métodos en la cual se determinará la más apta para el desarrollo del trabajo de investigación.

10.5 Protocolo seguido para la ejecución

a. Tipo de medición

La medición fue simple y puntual, ésta representó el cálculo de la velocidad y volumen de agua, así mismo las mediciones realizadas se dieron en forma manual con instrumentos de medida fáciles de encontrar o hacer.

b. Puntos de medición

La tabla 3, muestra los 24 puntos de medición, se indica la ubicación geográfica de cada caudal.

10.6 Procedimiento

1. Buscar el tramo que cuente con las condiciones adecuadas (tipo de suelo) y seguras (cuerpos extraños en el agua) para la medición
2. identificar un tramo del río que cuente con una sección uniforme en cuanto a las medidas establecidas.
3. Medir el área de la sección con la ayuda de un metro o cinta métrica.
4. Ubicar las estacas en el punto inicial y final de la medida del tramo.
5. Realizar el lanzamiento del flotador atravesando los 2 puntos (10 veces), de esta manera obtener el tiempo transcurrido con la ayuda de un cronometro.
6. Tomar el registro fotográfico y puntos GPS del lugar de medición.

10.7 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó las siguientes herramientas.

- Excel (No se ha adquirido un software apropiado para manejar datos de Caudal de agua)
- ArcGis
- Registros fotográficos.
- Mapas digitales
- Google Earth
- Software HCanales

11. Análisis y discusión de los resultados.

11.1 Resultado de medición de caudal de afluentes

En el área de estudio se encontraron 23 puntos de mediciones, los cuales se clasificaron en dos: la primera correspondiente a fuentes contaminadas y la segunda a fuentes no contaminadas, siendo 17 puntos (74%), mientras que 6 puntos corresponden a las contaminadas (26%), así mismo se estableció el caudal total de todas las mediciones obtenidas dando un total de 4.26 m³/s.

Una vez obtenidos los resultados de campo y posteriormente la realización de los cálculos para la obtención del caudal total de cada uno de los afluentes, se procedió a su

análisis, donde se estableció si los valores obtenidos entran en un rango lógico que corresponda a los caudales normales de los diferentes lugares establecidos. Asimismo, se estableció los principales factores que están la calidad del agua y se podría tomar en cuenta para presentar la captación de las mismas y así presentar recomendaciones necesarias tanto para su descarga final como para su proyección en el transporte del agua para las diferentes actividades sociales o productivas y evitar la desembocadura de agua de calidad hacia el cuerpo de agua contaminada.

11.2 Discusión de resultados

- En el análisis de caudales tomados a lo largo del tramo de estudio se obtuvo un total de 23 puntos de mediciones, en los cuales 17 puntos aplican para el sistema de captación y conducción al ser agua en condiciones buenas o no contaminadas, mientras que 6 puntos están considerados como contaminados lo que representaría que un 74% de los puntos tomados son aptos para el diseño de un canal.
- Para la determinación adecuada de las diferentes medidas de caudal hay que tomar en cuenta el termino representativo del número de afluentes por orilla, y para esto se ha encontrado un total de 14 puntos a los cuales se va a enfocar el estudio, siendo 7 puntos (50%), focalizados en la orilla izquierda, mientras que para la orilla derecha son 7 puntos (50%).
- Los puntos establecidos como no contaminados y aptos para el estudio se analizaron en base a su procedencia natural como humedales, manantiales, ojos de agua o agua subterránea, para determinar su calidad y tener la certeza de un agua limpia y apropiada para el uso de las diferentes actividades a lo largo del tramo del río Cutuchi.
- Para el diseño del proyecto no se tomarán en cuenta 5 afluentes (Agua para la Ciénaga, las dos fuentes de agua mineralizada, La Avelina y, río Patria), al ya contar con un sistema de conducción por medio de canales distribuidos a lo largo de su diseño o ser de diferente composición, mientras que la fuente de agua del Baño azul es un lugar inerte y contaminado.
- El caudal establecido por los dos métodos arroja una similitud en valores, aunque el método del correntómetro es el más aceptable, ya que es utilizado para medir las velocidades por medio de aparatos especializados.

Tabla 6: Fuentes limpias por el método de flotador

Fuentes limpias	Q=l/s	m ³ /s	X	Y	Ubicación
Hacienda San Agustín De Callo	87.61	0.087	767186.5	9919392.9	Callo Alto
Ojo De Agua De La Virgen	329.26	0.32	767116.9	9918604.2	Callo Alto
La Ciénaga (Ojo De Agua)	284.57	0.28	766901.8	9918407.4	Callo Alto
Propiedad Privada (Callo Bajo)	65.37	0.065	767130.7	9918423.9	Callo Bajo
Hacienda Cesar Pallasco	77	0.077	767063	9918160.8	Callo Bajo
Verdecocha	72.95	0.073	766358.8	9917834.4	Callo Bajo
Vertientes agua mineral 1 Lasso	19.68	0.020	766108.7	9917525	Lasso
Vertientes agua mineral 2 Lasso	21.47	0.021	766093.7	9917441.2	Lasso
Zona Pantanosa Desvió Lasso	36.7	0.037	766218.3	9917317.8	Lasso
Unión 3 Vertientes Lasso	20.07	0.020	766228.1	9917245.1	Lasso
La Avelina (E-35)	119.44	0.12	764245.5	9909924.9	
Piedra Colorada entrada a Guaytacama	249.48	0.25	764502.3	9911122.3	Guaytacama
Río Patria atrás el colegio Patria (Villas)	279.2	0.28	765235	9905903.7	Patria
Baño Azul (Latacunga)	380	0.38	765566.7	9895497.8	Latacunga

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2019)

El mayor caudal corresponde al ojo de agua ubicada en la hacienda San Agustín de Callo lo que servirá de inicio para el diseño del canal de estudio.

Tabla 7: Fuentes contaminadas por el método de flotador

Fuentes contaminadas	Q=L/s	m³/s	X	Y	Ubicación
Sequia De La Luz atrás el colegio Patria (Villas)	140.50	0.14	765263	9905893.9	Patria
Río Yanayacu (La Cocha)	598.81	0.60	767135.1	9898147.6	La Cocha
Río la Laguna (EL Polideportivo)	622.11	0.62	766354	9896392.1	La Laguna
Río Pumancuchi (San Rafael)	98.11	0.1	765138.1	765138.1	San Rafael
Río Isinche (Salache Bajo)	766.88	0.76	9894353.2	9894353.2	Salache Bajo
Quebrada Compadre Huaico (El Camal de Salcedo-La Argentina)	388.29	0.39	766795.6	766795.6	Salcedo

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2019)

Las fuentes de agua contaminada son focos de contaminación altos al ser los principales cauces de descargas de agua industrial, doméstica y agrícola.

Tabla 8: Caudal por el método del correntómetro

NOMBRE	Velocidad	Velocidad	AH	Q
	millas/hora	m/s	m ²	m ³ /s
Hacienda San Agustín De Callo	0.8	0.358	0.224	0.0801
Ojo De Agua De La Virgen	1.1	0.492	0.625	0.3074
Propiedad Privada (Callo Bajo)	0.9	0.402	0.158	0.0635
Hacienda Cesar Pallasco	1.1	0.492	0.017	0.0081
Verdecocha	1.2	0.536	0.012	0.0064
Vertientes De Agua Mineral 1	0.42	0.188	0.096	0.0180
Vertientes De Agua Mineral 2	0.21	0.094	0.212	0.0199
Zona Pantanosa Desvió Lasso	0.81	0.362	0.096	0.0346
Unión 3 Vertientes Lasso	0.72	0.322	0.054	0.0174
Piedra Colorada entrada a Guaytacama	1.9	0.849	0.274	0.2324

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

El caudal tomado por el método del correntómetro da un resultado más bajo comparado con el método de flotador, siendo datos más precisos para la estructura del trabajo de investigación.

12. Impactos (técnicos, sociales, ambientales o económicos)

12.1 Sociales

Con la implementación de un diseño de captación y conducción de los afluentes de agua del río Cutuchi, mejorara los sistemas de riego y la calidad de producción agropecuaria de la población aledaña al sistema de conducción.

12.2 Ambientales

Con el diseño de captación e intercepción de afluentes del río Cutuchi se podrá recuperar el recurso hídrico de calidad y se evitara la descarga directa hacia el río Cutuchi, disminuyendo el volumen de contaminación del cuerpo de agua.

12.3 Económicos

Con la implementación de un diseño de canal que capta agua de calidad de los afluentes del río Cutuchi, generara agua para los diferentes procesos productivo de la región permitiendo un ahorro de capital en cuanto a la captación directa del río que realizan para su abastecimiento propio.

13. Presupuesto

Tabla 9: Presupuesto

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario	Valor Total
			\$	\$
TRANSPORTE Y SALIDA DE CAMPO				
Transporte diferentes puntos	10	u	15	150
Viajes a todo el tramo (Parque Nacional Cotopaxi – Límites con Salcedo)	10	u	15	150
Trámites para los mapas topográficos	5	u	15	75
MATERIALES Y SUMINISTROS				
Mapas topográficos	Global			250
Molinete	6	Horas	50	300
La mira	4	Horas	25	100
Estación total	4	Horas	25	100
Metro	1	U	5	5
Cronometro	1	U	35	35
GPS	10	Horas	10	100
GASTOS VARIOS (refrigerios)	Global			150
OTROS RECURSOS				
Recurso humano en asesoría técnica y capacitación.	Horas	60	RMBU	330
TOTAL				\$1745

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

14. Conclusiones y recomendaciones

- En el área de estudio se encontraron 23 puntos de mediciones, los cuales se clasificaron en dos: la primera correspondiente a fuentes contaminadas con 6 puntos de mediciones (26%), y la segunda a fuentes no contaminadas, siendo 17 puntos (74%).
- El caudal total de los 23 puntos medidos es de 4.26 m³/s.
- Se verificó que las afluentes provenientes de vertientes naturales que desembocan en el Río Cutuchi, tienen un caudal considerable y adecuado y presentan las condiciones necesarias para el desarrollo de la investigación por medio de interceptores directos y la conducción por medio de un canal rectangular con sus medidas establecidas.
- Para la determinación de los caudales en los afluentes se aplicó el método de flotador el cual, se obtuvo un total de 0.98 m³/s, mientras que con el método del correntómetro se obtuvo un total de 0.79 m³/s de agua de calidad.
- Al aplicar los métodos de flotador y correntómetro se obtuvo una diferencia de 0.19 m³/s, siendo el segundo método el más aceptable para su uso y desarrollo en la propuesta.
- No se evidencia contaminación elevada por parte de la industria, descargas domiciliarias o por el uso de agroquímicos en las fuentes de agua no contaminadas de estudio.

Recomendaciones

- Al aplicar el método de flotador los cálculos y mediciones deben ser realizados con la mayor responsabilidad posible, para obtener información creíble.
- Para las mediciones de caudales deben aplicarse métodos especializados para obtener resultados confiables, es por ello que se aplicó dos metodologías (método de flotación y método del correntómetro), con la finalidad de determinar una relación entre ellos.
- Para realizar las respectivas mediciones es importante contar con los equipos de seguridad personal, para que no exista ningún riesgo externo para el desarrollo del trabajo de investigación.
- Para desarrollar las metodologías es necesario que la zona de medición cuente con las condiciones ambientales adecuadas para que no existan valores erróneos.

Propuesta Diseño de la conducción por canal rectangular del agua.

1. Introducción

Al ser un proyecto de tesis que busca recuperar los caudales de agua que actualmente se pierden por procesos de contaminación ambiental, se han establecido mecanismos alternativos de intercepción y captación con el objetivo de recuperar el agua proveniente de vertientes naturales, que están siendo descargadas en cursos de agua con altos niveles de contaminación como es el caso del río Cutuchi, estos procesos de intercepción y captación de agua, permitirán que 0.79 m³/s, que fueron medidos en 10 puntos según las coordenadas establecidas en el capítulo anterior, sean recuperados para ser utilizados, ya sea, en uso doméstico, industrial o agrícola, como agua de buena calidad que cumplan con los estándares y las normas establecidas en el acuerdo ministerial 097-A.

2. Objetivo general

- Proponer un diseño de captación y conducción en las afluentes de agua en el tramo comprendido entre Callo alto y Lasso en el río Cutuchi.

Objetivos específicos:

- Establecer diseños de captación y de conducción de agua en el tramo comprendido entre Callo alto y Lasso
- Determinar el tipo de diseño de conducción de canal y sus respectivas medidas
- Evaluar el costo del proyecto

3. Justificación

Al existir 10 puntos de descargas de agua de vertientes es necesario que se establezca la propuesta de “Intercepción y captación de afluentes al río Cutuchi para la prevención de su contaminación”, a fin de que agua de buena calidad no se contamine al entrar en contacto con aguas de tipo residual y aguas contaminadas que se conducen por el río Cutuchi, lo cual permitirá que los sistemas de riego se optimicen, se reduzcan los niveles de contaminación ambiental, se cumpla con la normativa ambiental y se establezcan mecanismos progresivos de descontaminación de la cuenca alta del Pastaza en el tramo comprendido entre Latacunga y Salcedo, para que esta alternativa se constituya en un mecanismo de cumplimiento ambiental y se establezca de acuerdo a la constitución de la Republica, en el cual, el agua tiene un derecho humano y por ende promover el Sumak Kawsay.

De esta manera dentro del Plan de Desarrollo toda una vida establecido por el Gobierno Nacional, busca las medidas de saneamiento y control de la contaminación, así como también dentro del Plan de Desarrollo Territorial de la provincia de Cotopaxi como competencia del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial el riego, por lo cual es necesario que en conjunto con el Ministerio del Ambiente, el GAD provincial de Cotopaxi, SENAGUA, trabajen en el establecimiento de una propuesta que salvaguarde los intereses hídricos de la provincia de Cotopaxi con mecanismos de intercepción, captación, conducción para reducir con los altos niveles de contaminación que está soportando el río Cutuchi.

4. Desarrollo de la propuesta

4.1 Captación del agua

Para la determinación de la captación de agua del río es importante analizar el tipo de fuente de agua, con esto la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas del lugar, en estos casos el tipo de captación necesaria será la captación de agua directa, ya que las condiciones que presenta las fuentes de agua del río son relativamente libres de materiales de arrastre, al ser considerada agua de calidad, limpia y sin contaminantes, por ser provenientes de vertientes naturales.

De esta manera se hará la captación en la orilla izquierda y la orilla derecha al existir afluentes de agua en ambos lados.

4.2 Captación 1

Para la ubicación de la primera captación se deberá realizar en la Hacienda San Agustín de Callo en las coordenadas (767186.5 - 9919392.9), el objetivo principal es el posicionamiento de la captación aguas arriba del río Cutuchi siendo de 3051 msnm hasta los 3013 msnm y aprovechar esta pendiente de terreno para la conducción del agua por gravedad, así se dará la integración de cada vertiente, en el que se sumaran los diferentes volúmenes entrantes del tramo de la orilla izquierda del río y así se pueda distribuir el agua para el aprovechamiento de las actividades sociales y productivas a lo largo de 2761 m de conducción del agua, dentro del poblado cercano a esta captación, siendo el punto final un reservorio que contendrá el agua, para que estas no entren en contacto con el agua contaminado del río Cutuchi.

Tabla 5: Diseño del canal izquierda

P	Nombre	Q (m³/s)	Altitud	Ancho solera (m)
P1	Hacienda San Agustín De Callo	0.0801	3051	0.25
P2	Ojo De Agua De La Virgen	0.3074	3036	
P3	Propiedad Privada (Callo Bajo)	0.0635	3033	
P4	Hacienda Cesar Pallasco	0.0081	3031	
P5	Verdecocha	0.0064	3013	

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

Ilustración 2: Caudal



Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

El punto con más caudal está ubicado en ojo de agua de la Virgen en el sector de la Hacienda de San Agustín de Callo, siendo un volumen de agua representativo para el diseño de la conducción de agua

4.2.1 Cálculo para la conducción del agua

Para la obtención de los valores propios del canal (Chow, 2004). El proceso de cálculo de parámetros del canal partiendo de ecuaciones existentes para poder realizarlo. Es necesario las dimensiones propuestas para el diseño tales como: ancho del canal (b); altura del canal (HT); y también la longitud del canal (L).

El borde libre (BL): se obtiene por una simple regla de 3 teniendo en cuenta que este sería el 30% de la altura total del canal. (Tabla 8)

$$BL = \frac{30\% \times 0.30}{100}$$

$$BL = 0.09$$

Tabla 10: Borde libre

P	Nombre	y (m)	BL
P1	Hacienda San Agustin De Callo	0.5322	0.09255
P2	Ojo De Agua De La Virgen	2.1272	0.19848
P3	Propiedad Privada (Callo Bajo)	1.6422	0.17076
P4	Hacienda Cesar Pallasco	2.2154	0.21285
P5	Verdecocha	2.5804	0.24126
P6	Vertientes agua mineral 1 Lasso		0
P7	Vertientes agua mineral 2 Lasso		0
P8	Zona Pantanosa Desvió Lasso	0.2324	0.04539
P9	Unión 3 Vertientes Lasso	0.3256	0.05769
P10	Piedra Colorada entrada a Guaytacama	1.2162	0.14622

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

Es así que, (Agroskin Gardea, 1998; 2002) han propuesto fórmulas aproximadas; sin embargo, el nivel de precisión de estas ecuaciones algunas veces no es el deseado, lo que impulsa a tratar de mejorar cada vez más este tipo de ecuaciones

Es por ello que para calcular el diseño de la conducción del agua y el desplazamiento que esta va a tomar en relación al lugar que se encuentra, (pendiente), fue necesario la aplicación del software HCanales V, que permitió obtener las medidas necesarias (ancho de la solera) para la implementación del canal rectangular de concreto, para soportar el caudal del afluente de agua de todas las condiciones que esta supone.

Para la aplicación de este programa es importante contar con los datos necesarios que requiere como: caudal m/s, rugosidad (n), pendiente (m), el ancho de la solera (m).

Es importante señalar que, con este programa, se permite garantizar el flujo garantizado por un canal de conducción, arrojando resultados positivos si estos cumplen con las condiciones adecuadas, en el caso de que estas sean negativas se deberá establecer otro valor, para que pueda correr el programa.

4.2.2 Determinación de la pendiente del lugar.

Para la determinación de la pendiente de cada tramo de estudio fue necesario la utilización del programa Google Earth, que determino mediante los puntos geográficos de cada uno de los sitios de la conducción el perfil de elevaciones (ver anexo 4 y 5), de esta manera se pudo obtener un gráfico específico del punto de elevación del lugar, inclinación máxima e inclinación promedio.

4.2.3 Procedimiento

Ilustración 3: Ingreso de datos



Fuente: Elaboración propia en el programa HCANALES, 2020

Ingresar los datos correspondientes al caudal, rugosidad (ver tabla 9) y pendiente.

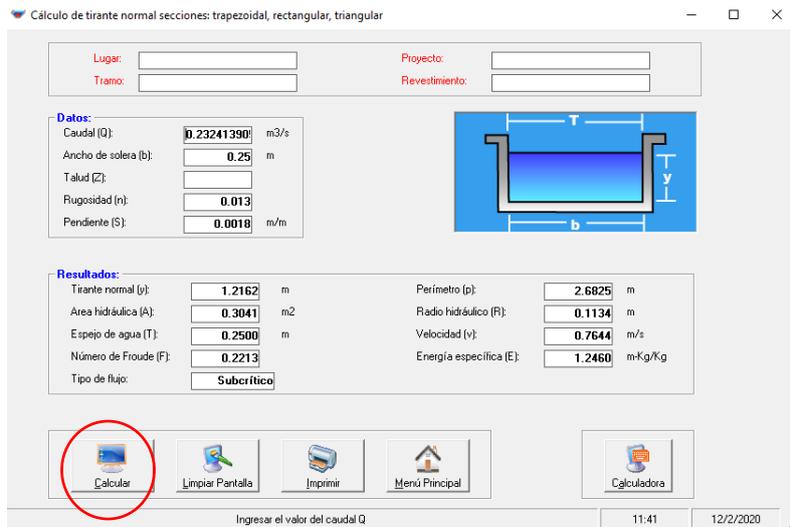
Tabla 11: Rugosidad de materiales

Rugosidad absoluta de materiales	
Material ϵ (mm)	Material ϵ (mm)
Hormigón, acabado con paleta, paredes lisas	0.013
Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01
Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024
Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015
Hierro forjado	0,03-0,09

Fuente: (Chow, 2004)

Ingresar los valores que cumpla con las condiciones.

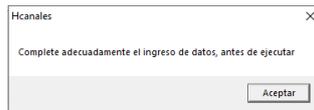
Ilustración 4: Datos



Fuente: Elaboración propia en el programa HCANALES, 2020

Presionar calcular y que no salte una ventana emergente

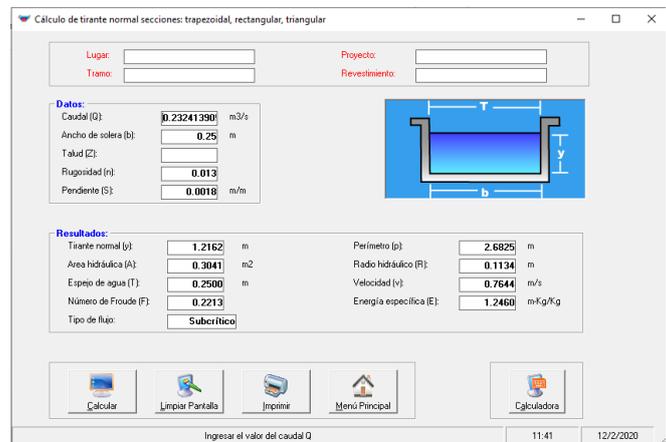
Ilustración 5: Ventana emergente



Fuente: Elaboración propia en el programa HCANALES, 2020

De ser el caso ingresar valores más elevados hasta que proyecte los resultados esperados en el programa.

Ilustración 6: Resultados



Fuente: Elaboración propia en el programa HCANALES, 2020

Obtener los resultados.

Nota: los resultados obtenidos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

a. Numero de Froude:

Es un número adimensional que para (Froude, 1870), se determina de la siguiente manera:

- Sea $F > 1$ el régimen del flujo será **supercrítico**
- Sea $F = 0$ el régimen del flujo será **crítico**
- Sea $F < 1$ el régimen del flujo será **subcrítico**

b. Velocidad

El factor de la velocidad en los canales es necesario limitar tanto la velocidad mínima como máxima. Ya que no se puede permitir velocidades demasiado bajas para evitar el decantamiento de los sólidos en suspensión que pueden llevar el agua. Por otra parte, bajas velocidades implican mayores secciones, y por lo tanto mayor inversión. Es por ello que se recomienda una velocidad mayor a **0.5 m/s**.

Así mismo es necesario limitar la velocidad máxima a la velocidad de erosión puesto que una velocidad de fluido elevada provoca, desgaste en las paredes del canal. Las velocidades máximas aconsejables están entre **1.5 y 3 m/s²** en tramos rectos.

Tabla 12: Resultados captación 1

Nombre	Alt	Q (m ³ /s)	Ancho solera	(n)	Dist (m)	m Prom	Y (m)	A (m ²)	T (m)	F	Tipo de Flujo	P (m)	R (m)	V (m/s)	E (m- kg/kg)
Hacienda San Agustin De Callo	3051	0.0801	0.25	0.0013	822	0.0013	0.5322	0.133	0.25	0.2636	Subcrítico	1.3144	0.1012	0.6024	0.5507
Ojo De Agua De La Virgen	3036	0.3074	0.25	0.00155	191	0.00155	2.1272	0.5318	0.25	0.1595	Subcrítico	4.5043	0.1181	0.7288	2.1542
Propiedad Privada (Callo Bajo)	3033	0.0635	0.25	0.0036	256	0.0036	1.6422	0.4105	0.2738	0.5436	Subcrítico	3.5343	0.1162	1.0988	1.7037
Hacienda Cesar Pallasco	3031	0.0081	0.25	0.002	697	0.002	2.2154	0.5538	0.25	0.1779	Subcrítico	4.6807	0.1183	0.8291	2.2504
Verdecocha	3013	0.0064	0.25	0.0015	795	0.0015	2.5804	0.6451	0.25	0.1434	Subcrítico	5.4108	0.1192	0.7217	2.6069

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

4.3 Captación 2

Para la segunda captación se aprovecharía de igual forma la gravedad como desplazamiento de la conducción del agua hacia los diferentes puntos de captación partiendo en la parroquia de Lasso en las fuentes de agua de mineral hacia el otro punto de agua mineral de una distancia de 75.1 metros siendo estos los únicos 2 puntos de captación, conducción y almacenamiento de agua, al ser agua mineralizada no deberá ser mezclada con otro tipo de agua, para ser aprovechada de otra manera.

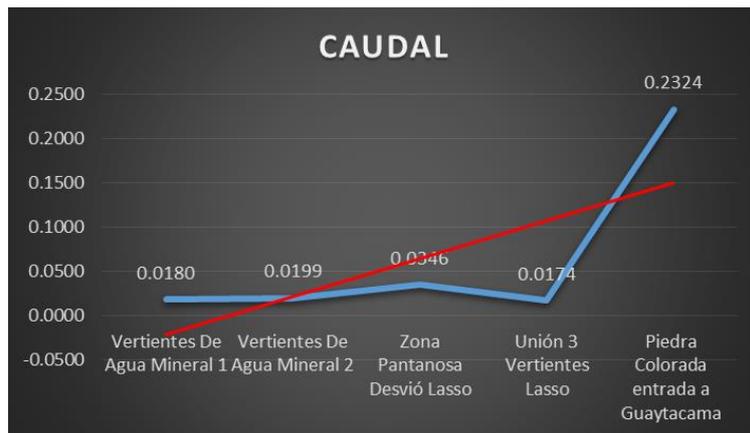
Posteriormente se dará el inicio de la captación del agua en el punto 766218.3 - 9917317.8 en la zona pantanosa del río Cutuchi siendo en total un tramo comprendido de 130.8 m partiendo en los 3005 msnm, este tramo servirá para el uso y aprovechamiento del agua de la población de Juan José Bajo contando con un caudal de 0.052 m³/s, que servirá para las diferentes actividades productivas de la población; así mismo 7 km río abajo, se realizara otra captura de agua en el sector de la Piedra Colorada que contara con una distancia de 2305 m hasta su descarga final, siendo esta de interés poblacional en el sector de Guaytacama con un caudal de 0.23 m³/s.

Tabla 13: Diseño del canal

Nombre	Altitud	Q (m³/s)	Ancho solera (m)
Vertientes agua mineral 1 Lasso	3015	0.0180	0.25
Vertientes agua mineral 2 Lasso	3014	0.0199	
Zona Pantanosa Desvió Lasso	3005	0.0346	
Unión 3 Vertientes Lasso	3004	0.0174	
Piedra Colorada entrada a Guaytacama	2915	0.2324	

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

Ilustración 7: Caudal



Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

El punto con mayor caudal se encuentra en el sector de la Piedra Colorada siendo este de 0.23 m³/s.

Tabla 14: Resultados de la captación 2

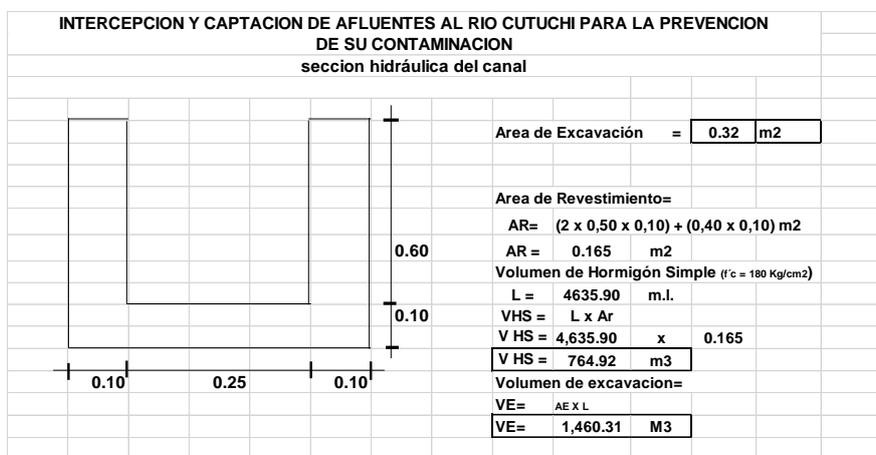
Nombre	Alt	Q (m ³ /s)	Ancho solera	Dist	M promedio	Y (m)	A (m ²)	T (m)	F	Tipo de Flujo	P (m)	R (m)	V (m/s)	E (m- kg/kg)
Vertientes agua mineral 1 Lasso	3015	0.0180		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vertientes agua mineral 2 Lasso	3014	0.0199		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zona Pantanosa Desvió Lasso	3005	0.0346	0.25	63.8	0.0017	0.2324	0.0581	0.25	0.3941	Subcrítico	0.7148	0.0813	0.5951	0.2505
Unión 3 Vertientes Lasso	3004	0.0174	0.25	67	0.0017	0.3256	0.0814	0.25	0.3572	Subcrítico	0.9012	0.0903	0.6385	0.3464
Piedra Colorada entrada a Guaytacama	2915	0.2324	0.25	2305	0.0018	1.2162	0.3041	0.25	0.2213	Subcrítico	2.6825	0.1134	0.7644	1.246

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

5. Costo de la conducción

Determinar el precio real del estudio es importante para el cumplimiento de la tesis, ya que, esto permitirá estimar costos en cuanto al porcentaje de ahorro que existiría entre esta propuesta de descontaminación del río Cutuchi con otras propuestas que existen, así mismo, esto permitirá tener una visión más clara del enfoque real que se le quiere dar al proyecto, para que pueda ser un punto de partida para la toma de decisiones de las autoridades competentes en el cuidado del Ambiente y sobre todo en el cuidado del recurso hídrico para la provincia de Cotopaxi.

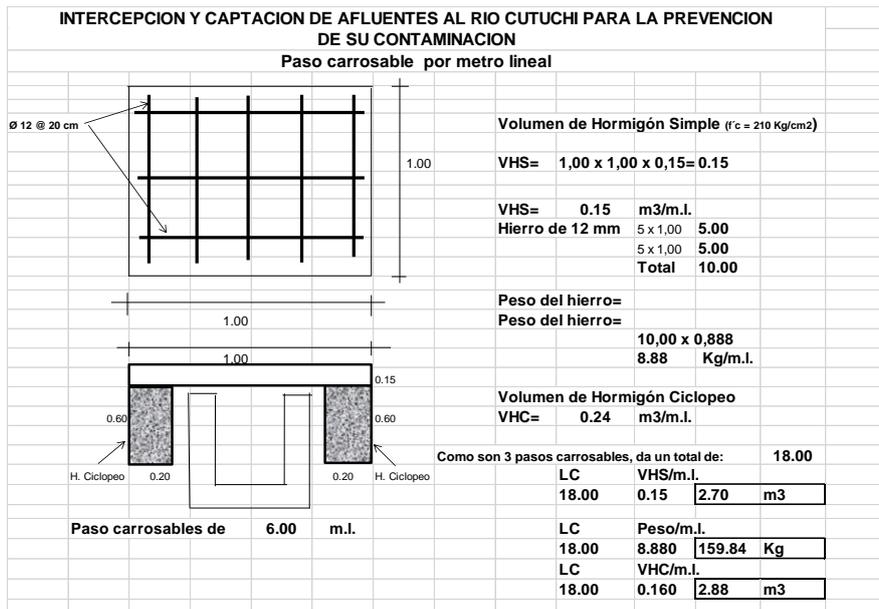
Ilustración 8: Sección hidráulica del canal



Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

Estos datos servirán de referencia para la implementación del material de construcción en cuanto al área, volumen de excavación y área de revestimiento del hormigón simple

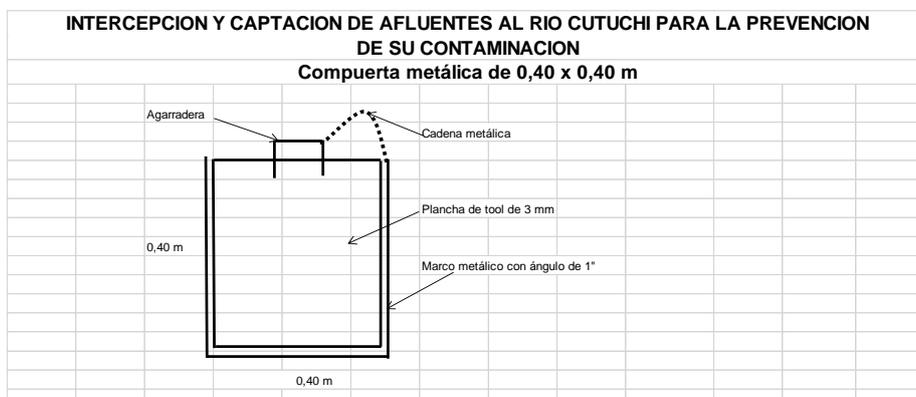
Ilustración 9: Paso carrosable por metro lineal



Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

Estos datos servirán de referencia en el caso de que se requiera la utilización de pasos carrosables, ya que es importante este análisis para la implementación del hormigón ciclópeo.

Ilustración 10: Compuerta metálica



Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

La compuerta irá equipada con doble marco metálico, para cambiar de posición con la seguridad respectiva

Tabla 15: Costo de la conducción del agua en concreto

N^a	DESCRIPCION	U	CANT.	PRECIO UNITARIO (USD.)	PRECIO TOTAL (USD.)
CONDUCCION PRINCIPAL					
1	Replanteo y nivelación de la obra	Km	4.40	232.20	1,021.68
2	Excavación zanja, material manejable	m3	1,460.31	3.70	5,403.14
3	Relleno compactado a mano	m3	695.39	4.21	2,927.57
4	Hormigón Simple de 180 Kg/cm2	m3	764.92	175.86	134,519.45
6	Hormigón Ciclópeo (40 % piedra)	m3	2.88	128.13	369.01
7	Hierro de 12 mm	Kg	266.40	2.52	671.33
8	Compuerta de vástago de 0,40 x0,40 m	UNIDAD	1.00	121.72	121.72
					145,033.90
VALOR ESTIMADO ----->					145,033.90

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

El valor de la conducción principal tendrá un costo de CIENTO CUARENTA Y CIENCO MIL TREINTA Y TRES DÓLARES CON 90/100. (\$145,033.90)

Tabla 16: Cronograma de actividades

N ^a	DESCRIPCION	U	CANT	PRECIO UNITARIO (USD.)	PRECIO TOTAL (USD.)	Meses					
						1er. Mes	2do Mes	3er. Mes	4to. Mes	5to. Mes	6to. Mes
CONDUCCION PRINCIPAL Y SECUNDARIA											
1	Replanteo y nivelación de la obra	Km	4.40	232.20	1,021.68	X	X	X			
2	Excavación zanja, material manejable	m3	1,460.31	3.70	5,403.14		X	X	X		
3	Relleno compactado a mano	m3	695.39	4.21	2,927.57		X	X	X	X	
4	Hormigón Simple de 180 Kg/cm2	m3	764.92	175.86	134,519.45		X	X	X	X	
6	Hormigón Ciclópeo (40 % piedra)	m3	2.88	128.13	369.01		X	X	X	X	
7	Hierro de 12 mm	Kg	266.40	2.52	671.33		X	X	X	X	
8	Compuerta de vástago de 0,40 x0,40 m	U	1.00	121.72	121.72					X	X
145,033.90											
VALOR ESTIMADO ----->					145,033.90						

Elaborado por: Coello A Crespo M. (2020)

Conclusiones

- El proyecto tendrá una recuperación de 0.79 m³/s de agua de calidad que es descargada a la fuente ya contaminada del río Cutuchi.
- El método del correntómetro demuestra una mayor exactitud en cuanto al caudal obtenidos.
- Las fuentes de agua de las 10 mediciones son vertientes naturales o provenientes de ojos de agua, en el caso de La Avelina, río Patria y la Piedra colorada son aguas superficiales, mientras que Baño azul corresponde agua subterránea.
- Para las fuentes de agua mineral deberá ser necesario el uso de otro sistema de captación, al ser agua mineralizada con diferentes características al agua convencional (presión y diferente uso), no se la puede integrar en el sistema de conducción del proyecto.
- No se evidencia contaminación industrial o por el uso de agroquímicos en las 10 fuentes de agua de estudio.
- El costo de inversión para rescatar agua de calidad es de \$ **145,033.90**, lo que implica un ahorro de recursos a la provincia de Cotopaxi, y disminuiría el caudal de contaminación que existe actualmente.
- El agua recuperada podrá ser usada para fines productivos u otros relacionados.

Recomendaciones

- Para cada punto de descarga deberá ser necesario la construcción de un reservorio o embalse que pueda soportar el caudal de los diferentes afluentes de agua, de esta manera el agua no se descargará al río Cutuchi, y evitará la contaminación del agua captada.
- Para que el agua pueda ser utilizada en otras actividades como el consumo humano deberá tener un análisis físico, químico y bacteriológico y que esta cumpla con la normativa vigente y así poder ser aprovechada para su uso.
- Al ser un canal de tipo rectangular será necesario la limpieza periódica por lo que la integración de las comunidades aledañas para organizar mingas será de suma importancia para mantener limpio el canal.
- Se deberá hacer un Plan de Manejo de descargas de agua para controlar y minimizar el nivel de contaminación de la fuente principal de la cuenca del Pastaza.
- Implementación de un programa de mejora del cumplimiento ambiental de vertientes de origen industrial en toda la cuenca del río Pastaza.
- Implementación de un programa sectorial de mejora del cumplimiento ambiental de vertientes de origen doméstico (saneamiento).

Referencias

- Agroskin Gardea, S. M. (1998; 2002). *Tirante critico* .
- Agüero, R. (2003). Agua potable para poblaciones rurales sistemas de abastecim. *SER*.
- Altamirano, C. L. (2010). LA CONTAMINACIÓN DEL RIO CUTUCH.
- Ayers. (1976). *Dirección de Fomento de Tierras y Aguas spa*. Rome.
- Barriga M, J. J. (2007). Gobernanza ambiental, adaptativa y colaborativa en bosques modelocuenas hidrográficas y corredores biológicos.
- Barrios, C. T. (2009). *Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*. 2009: Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).
- Briceño, H. (2005). / Briceño, H. (2005). *Caracterización Geoquímica de las aguas de la Cuenca Pastaza-Corrientes, Perú; Global Water for Sustainability* . Lima: Program; United States Agency International Development.
- CEPIS. (2003). *Especificaciones Técnicas para el diseño de captaciones de ladera*.
- Chow. (2004). *Canal Hidráulico*.
- COA. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*.
- Constitución Ecuador, D. L. (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*. Registro Oficial 449 de 20-oct-2008.
- COOTAD. (2010). *CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL*.
- Corominas, J. (2010). AGUA Y ENERGÍA EN EL RIEGO, EN LA EPOCA DE LA SOSTENIBILIDAD. *FUNDACION PARA EL FOMENTO DE LA INGENIERIA DEL AGUA*.
- Custodio, J. L. (1996). ESTUDIO ISOTÓPICO AMBIENTAL (O18-D) EN LA UNIDAD ANOIA: PRINCIPALES ZONAS DE RECARGA E.
- Domingo J, E. B. (2004). Un indicador global para la calidad del agua. *Dialnet*, 357-384.
- Domínguez, M. M. (2015). *La contaminación ambiental, un tema con compromiso social*. Antioquia: Rev. P+L vol.10 no.1 Caldas.
- Fernández, B. (2014). Drenaje de aguas lluvias urbanas en zonas semiáridas. *SCIELO*.
- Froude, W. (1870).

- INEC, I. N. (2010). *INEC*. Obtenido de INEC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INHAMI. (2012). *Redes Hídricas de la cuenca del Pastaza*. Latacunga.
- Jalon, D. G. (1998). EL CONCEPTO DE CAUDAL ECOLÓGICO Y CRITERIOS PARA SU APLICACIÓN EN LOS RÍOS ESPAÑOLES. *Universidad Politécnica de Madrid*.
- Jiménez, M. Á. (2010). Caracterización y diagnóstico preliminar en la microcuenca del río Siquiaraes, Alajuela,. *CATIE*.
- Jorge Silva, P. T. (2008). Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. . *Agron. colomb*, 347-359.
- Meuli C, K. W. (2001). Spring Catchment, Series of Manuals on Drinking Water Supply. *ApaSan*.
- Morales, J. (1997). Fundamentos básicos de cuencas hidrográficas. *CIAT*, 47.
- Muñoz, B. y. (2008). *Visión General de la infraestructura hidráulica en el subsector estatal de riego del Ecuador*.
- Netto, A. J. (1975). Manual de hidráulica. *Harla*, 1976.
- NIEHS. (2002). *National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)*. Obtenido de National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS): <https://www.niehs.nih.gov/>
- ONU. (13 de marzo de 2019). *ONU programa para el medio ambiente*. Obtenido de ONU programa para el medio ambiente: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-salud-humana-enfrenta-graves-amenazas-si-no-se-toman>
- RAE. (2019). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: <https://www.rae.es/>
- Ramakrishna, B. (1997). ESTRATEGIAS DE EXTENSION PARA EL MANEJO DE CUENCAS HIGROGRAFICAS . *IICA*, 338.
- Reynolds. (2001). Tratamiento de Aguas Residuales. *DE LA LLAVE*.
- Rojas, V. M.-B.-C. (2012). Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 16-23.
- Romero. (1999). Contaminación de agua, suelo y aire. 2005.
- Spuhler, B. S. (2016). *Captación de ríos, lagos y embalses (reservorios)*. Lima.
- Telegrafo, E. (9 de mayo de 2015). *EL Telegrafo*. Obtenido de EL Telegrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/40-mil-m3-de-aguas-negras-van-al-rio-cutuchi>

- Téllez, P. (s.f.). *Global Freshwater - The Nature Conservancy*. Obtenido de Global Freshwater - The Nature Conservancy.
- TULSMA. (4 de mayo de 2015). *REFORMAR EL LIBRO VI DEL TEXTO*. Obtenido de REFORMAR EL LIBRO VI DEL TEXTO: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- UNESCO. (2017). Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2016: agua y empleo. *Agua y empleo*.
- Usaid. (2016). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad*. Tegucigalpa (Honduras): United States Agency for International Development (USAID), Manual 23, Servicios Públicos, caja de herramientas 2.
- Villegas, J. C. (2004). ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO EN LA RELACIÓN AGUA-SUELO-VEGETACIÓN. *EIA*, 73-79.
- Vivancos, A. E. (2002). CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN, ABASTECIMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUA DE CARTHAGO NOVA. *EMPURIES*, 13-28.

ANEXOS



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, LUIS ALEJANDRO COELLO TAPIA Y MARLLURY LORENA CRESPO VÁSQUEZ cuyo título versa “**INTERCEPCIÓN Y CAPTACIÓN DE AFLUENTES AL RÍO CUTUCHI PARA LA PREVENCIÓN DE SU CONTAMINACIÓN**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

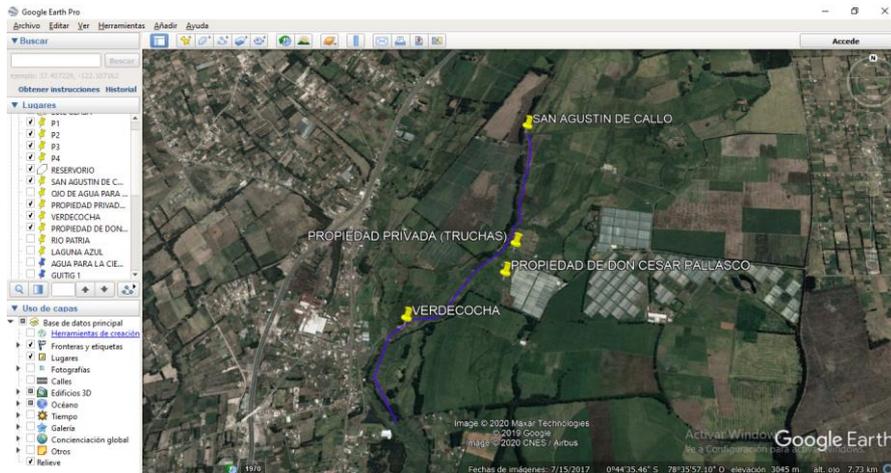
Atentamente,

Marcelo Pacheco Pruna
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502617350



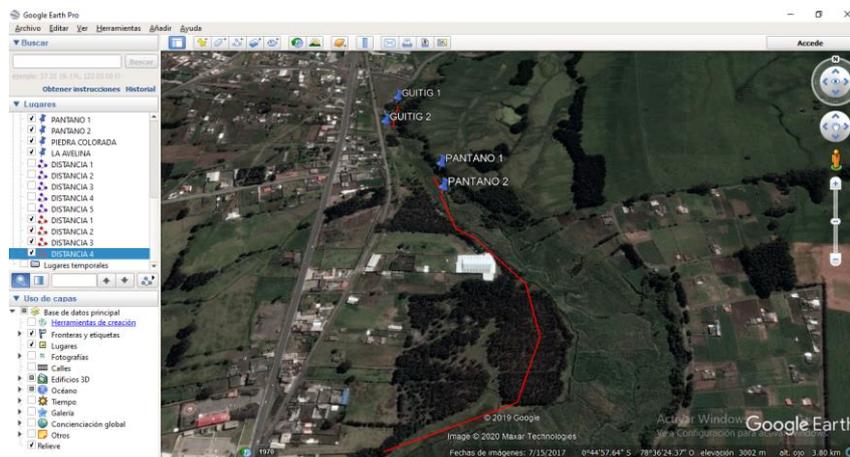
CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2: Distribución y conducción del canal 1



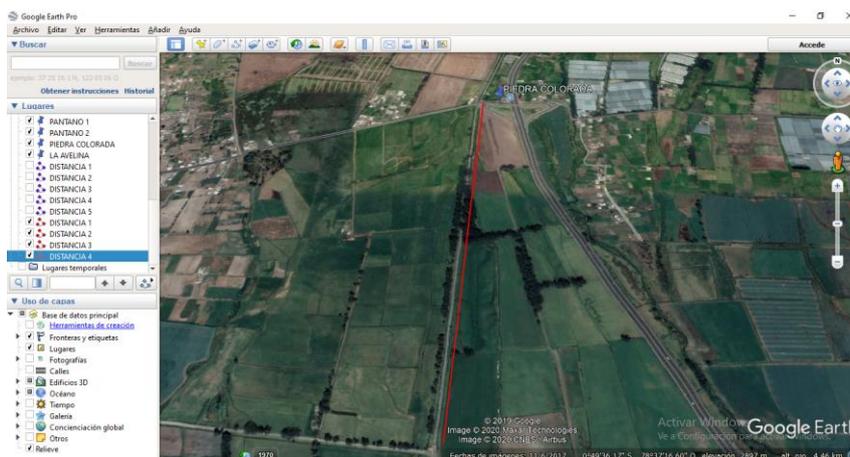
Autor: Coello A. – Crespo M. (2020)

Anexo 3: Distribución y conducción del canal 2 (parte 1)



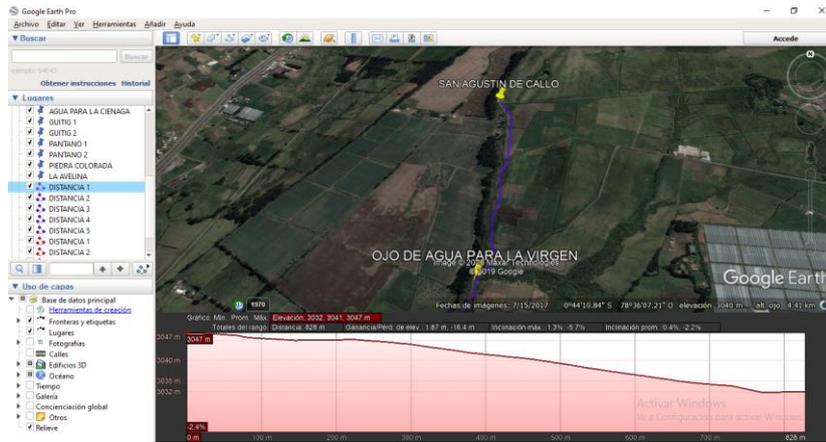
Autor: Coello A – Crespo M. (2020)

Anexo 4: Distribución y conducción del canal 2 (parte 2)



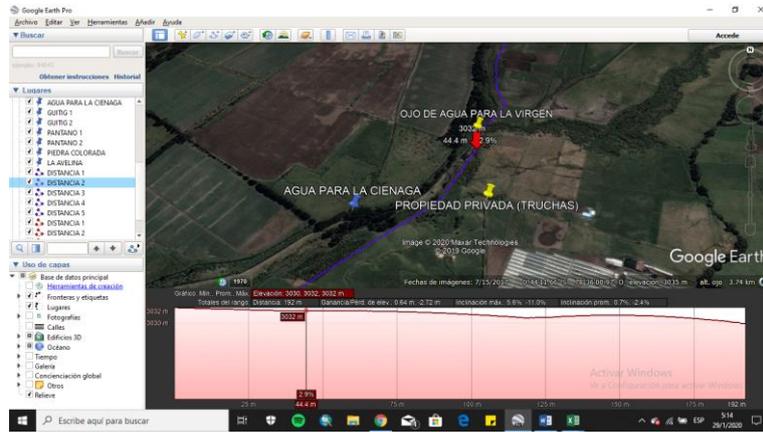
Autor: Coello A – Crespo M. (2020)

Anexo 5: perfil de elevacion 1



Autor: Coello A – Crespo M. (2020)

Anexo 6: perfil de elevacion 2



Autor: Coello A – Crespo M. (2020)

Anexo 7: Parque Nacional Cotopaxi (inicio de la cuenca Pastaza).



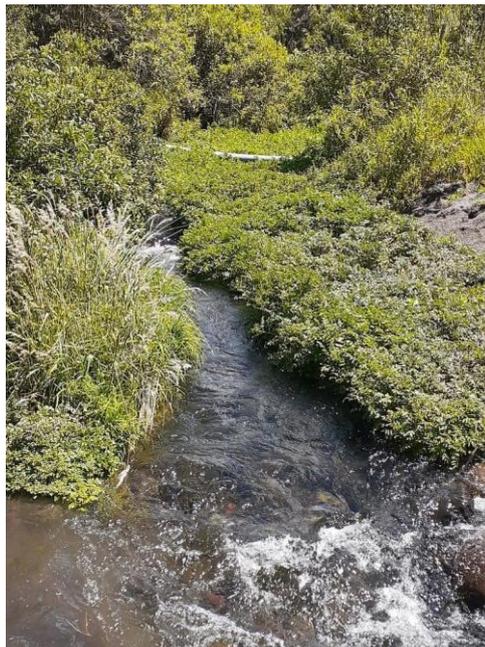
Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 8: Vertientes naturales San Agustin de Callo



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 9: Agua de la virgen Callo Alto



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 10: Propiedad de crianza de truchas



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 11: aguas de la cienaga (Ojo de agua de la virgen).



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 12: Río Blanco puente de Tanicuchi



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 13: Agua mineral Lasso



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 14: Zona pantanosa Lasso



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 15: Piedra Colorada (parada de camionetas)



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 16: El Patria (Afluente del Río Cutuchi).



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 17: Yanayacu (Afluente del Río Cutuchi).



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 18: Baño Azul (Latacunga)



Autor: Coello A – Crespo M. (2019)

Anexo 19: medición del caudal con el molinete

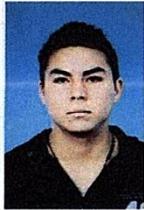


Autor: Coello A – Crespo M. (2020)

Anexo 20: toma de medida de la mira



Autor: Coello A – Crespo M. (2020)



NOMBRE

Luis Alejandro Coello Tapia

 0984676083

 Alejo.coello.v@gmail.com



Perfil

Egresado en Ingeniería en Medio Ambiente, especializado con una Suficiencia en el idioma inglés.

Uso práctico de Softwares: Argis, Qgis, Mission Planner, Paquete de Office; manejo de Dron

Proactivo, veraz, justo, con amplio sentido crítico y facilidad para trabajar en equipo y bajo presión, con disponibilidad de tiempo inmediata.



Información Personal

Fecha de Nacimiento: 3 de abril del 1996

Edad: 23 Años

Nacionalidad: Ecuatoriano

Dirección: Parroquia San Bartolo Cda. German Ávila

Ciudad: Quito

Estado civil: Soltero



Formación Académica

Primaria: U.E. Jesús de Nazareth - Quito

Secundaria: U.E. Jesús de Nazareth - Quito

Universidad Técnica de Cotopaxi - Latacunga



Experiencia

- Participación en el Club de Apoyo Ambiental dirigido por el MAE de Latacunga
- Pasantías en el Departamento de Gestión Ambiental en el GAD de Latacunga en el área de Minas
- Auditorías a negocios pequeños dentro de la ciudad de Latacunga
- Permisos ambientales, certificaciones y registros ambientales.
- Inspecciones ambientales.
- Uso del Dron, multimotores LIS X8.

Habilidades (Cursos y Seminario)

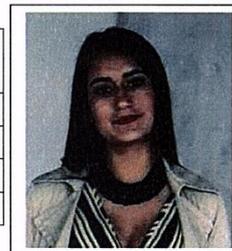
- 🕒 • Título de Bachiller en Ciencias Unificadas
 - Certificado en Hotelería y Gastronomía
 - Certificado de participación estudiantil.
 - Certificado de haber realizar las pasantías de la secundaria en “Solo Paellas” Quito
 - Seminario de capacitación en calidad Ambiental
 - Congreso Internacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales
 - Capacitación en Gestión Ambiental por el Ministerio del Ambiente Latacunga
 - Participación en el foro “Los Recursos Hídricos”
 - Taller de “Manejo de Instrumentación Ambiental”
 - I Congreso Binacional Ecuador – Perú “Agropecuaria, Medio Ambiente y Turismo 2019
 - Seminario Ambiental Nacional por parte de la Prefectura de Cotopaxi
 - Curso en línea de Introducción al cambio climático de un CC:LEARN dictado por la ONU


17 52093409

MARLLURY LORENA CRESPO VASQUEZ

1. Datos de identificación para búsqueda de candidatos.

Nombre del aplicante:	MARLLURY LORENA CRESPO VASQUEZ
Nivel de instrucción:	SUPERIOR
Título profesional:	EGRESADA ING. MEDIO AMBIENTE
Años de experiencia:	2 AÑOS
Ciudad de aplicación:	LATACUNGA



2. Datos de Identificación del aplicante.

2.1 Información personal.

1. Apellidos completos:	CRESPO VASQUEZ	2. Nombres completos:	MARLLURY LORENA
3. Número de cédula:	0503131674	4. Nacionalidad:	ECUATORIANA
5. Lugar y fecha de nacimiento:	LATACUNGA 02 de Julio 1996	6. Edad:	23 años.
7. Estado civil:	SOLTERA	8. Nacionalidad	ECUATORIANA
9. Dirección del domicilio:	CIUADELA SINDICATO DE CHOFERES frente al conjunto BOLONIA		
10. Celular:	0961061023	11. Correo electrónico:	marlluryy02@gmail.com

2.2 Educación.

1. Primaria:	Unidad Educativa Papahurco
2. Secundaria:	Unidad Educativa Vicente León
3. Nivel de Instrucción:	Egresad de Ing. MEDIO AMBIENTE
4. Universidad:	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI – LATACUNGA - SLACHE

2.3 Experiencia Profesional.

ULTIMO CARGO			
1. Nombre de la empresa:	Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental		
2. Fecha de ingreso:	02/01/2019	3. Cargo:	Pasantías en el área Financiera (RECAUDACION) caja N°1
4. Nombre jefe inmediato:	Ing. Andrés Carvajal	5. Telf. de contacto:	0987311753

Cargo:	RECAUDADOR	6. Ciudad de trabajo:	LATACUNGA	
Principales funciones:	Garantizar la aplicación de políticas, normativas, protocolos y estrategias para el correcto funcionamiento de la Gestión de cobranza, así como también el cuadro diario de la caja en base a lo estipulado en la ordenanza municipal, archivo y atención al ciudadano tanto interno como externo.			
Detalle de experiencia adicional.				
Cargo	Empresa / Institución / Proveedor	Fecha ingreso	Fecha salida	Tiempo en años
8. DISTRIBUIDORA AUTORIZADA	HELADERIA SKINNY	2017	2019	2 AÑOS
9. CAMARERA:	RUMIPAMBA DE LAS ROSAS - HORTERIA	2014	2015	1 AÑOS
10. FLORICOLA	ASISTENTE FINANCIERO	2016	2017	1 AÑOS 6 MESES


050313167-4

CURRICULUM VITAE – BÁSICO



1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: VLADIMIR MARCONI ORTIZ BUSTAMANTE
CARGO: DIRECTOR DEL AMBIENTE DEL GAD COTOPAXI
FECHA DE NACIMIENTO: 11 DE MAYO DE 1975
CEDULA DE CIUDADANÍA: 0502188451
ESTADO CIVIL: DIVORCIADO
NUMEROS TELÉFONICOS: 0995272510
E-MAIL: vladimirortizbustamante@gmail.com /
vladimir.ortiz@utc.edu.ec

DOS

NIVEL PRIMARIO: ESCUELA JUAN MANUEL LASO
NIVEL SECUNDARIO: COLEGIO GRAL. MARCO A. SUBÍA
NIVEL SUPERIOR: ESCUELA POLITECNICA JAVERIANA DEL
ECUADOR
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

3.- TÍTULO

PREGRADO: INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE
TÍTULO/GRADO DE POSGRADO: MAGISTER EN EDUCACIÓN Y
DESARROLLO SOCIAL

DIPLOMADOS:

VLADIMIR MARCONI ORTIZ BUSTAMANTE

- 1) ESPECIALISTA EN DEFENSORIA Y DERECHO AMBIENTAL INTERNACIONAL;
- 2) ESPECIALISTA EN DERECHO Y RESPONSABILIDAD POR EL DAÑO AMBIENTAL;

- 3) ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Además de haber dictado varias ponencias en el País y fuera de él, y una amplia participación en eventos como Premio Verde, Habitat III, y otros, de los cuales se destacan el desarrollo de artículos científicos y libros referentes a temas de orden medio ambiental.

Ha sido Administrador del Administrador del Centro de Emprendimiento y actualmente Director de Vinculación Social de la Universidad Técnica de Cotopaxi

PUBLICACIONES DE LOS ÚLTIMOS AÑOS

Resumen de contribuciones	
Artículos internacionales	ESTUDIO Y COMPOSICIÓN DE LA FLORA Y FAUNA DE LA PARROQUIA SANGAY, MORONA SANTIAGO, ECUADOR, IMPLICACIONES AMBIENTALES ISBN: 1665-6909 VOL. 20 N°3 (2018) BIOTECNIA – LATINDEX
KEY ENGINEERING MATERIALS – SCOPUS	RECOVERY OF HEAVY METALS FROM THE SPENT CATALYSIS OF THE HYDROTREATING UNIT (HDT) FOR THE USE OF THE IMPREGNATION OF SUPPORTED CATALYSTS KEY ENGINEERING MATERIALS – SCOPUS
Artículos nacionales	DISEÑO DE UN REACTOR CONTINUO PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDROGENO Y ACETALDEHIDO A PARTIR DE ETANOL EN ECUADOR LATINDEX – UTCIENCIA VOL. 5, N°1
Libros	CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE CARBONO DE LOS PROYECGOS DE CONSERVACION Y RESTAURACION
