



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

Título:

**“SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA
OBRAS DE APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO PARA LAS
CATEGORÍAS ECOLOGÍA E INTERÉS HUMANO, EN EL
PERIODO 2019-2020”**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingenieras en Medio Ambiente

Autoras

Chuquitarco Caiza Karina Gissela
Velasstegui Yunda Nathali Daniela

Tutor

Fonseca Largo Kalina Marcela Lcda. Mtr.

LATACUNGA - ECUADOR

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Karina Gissela Chuquitarco Caiza, con cédula de ciudadanía No. 0550347322; y Velastegui Yunda Nathali Daniela, con cédula de ciudadanía No. 2300685001 declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: **“Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental para obras de aprovechamiento hidráulico para las categorías Ecología e Interés Humano, en el periodo 2019 - 2020”**, siendo la Lcda. Mtr. Fonseca Largo Kalina Marcela, tutora del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

.....
Chuquitarco Caiza Karina Gissela

CC: 0550347322

.....
Velastegui Yunda Nathali Daniela

CC: 2300685001

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 **CHUQUITARCO CAIZA KARINA GISSELA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550347322**, de estado civil **soltera** y con domicilio en Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. M.B.A. 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 **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA 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 **Proyecto de investigación** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico:

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor: Lcda. Mtr. Fonseca Largo Kalina Marcela

Tema: “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental para obras de aprovechamiento hidráulico para las categorías Ecología e Interés Humano, en el periodo 2019 - 2020”

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 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 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.
- e) 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 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 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 CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las 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 17 días del mes de septiembre del 2020.

.....
Karina Gissela Chuquitarco Caiza

LA CEDENTE

.....
Ing. M.B.A. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

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 **VELASTEGUI YUNDA NATHALI DANIELA**, identificada con cédula de ciudadanía **2300685001**, de estado civil **soltera** y con domicilio en Santo Domingo, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. M.B.A. 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 **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA 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 **Proyecto de investigación** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico:

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor: Lcda. Mtr. Fonseca Largo Kalina Marcela

Tema: “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental para obras de aprovechamiento hidráulico para las categorías Ecología e Interés Humano, en el periodo 2019 - 2020”

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 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 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.
- e) 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 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 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 CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las 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 17 días del mes de septiembre del 2020.

.....

Nathali Daniela Velastegui Yunda

LA CEDENTE

.....

Ing. M.B.A. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OBRAS DE APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO PARA LAS CATEGORÍAS ECOLOGÍA E INTERÉS HUMANO, EN EL PERIODO 2019 - 2020”, de Karina Gissela Chuquitarco Caiza; y, Nathali Daniela Velastegui Yunda, 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 también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

.....
Lcda. Mtr. Fonseca Largo Kalina Marcela

TUTOR DEL PROYECTO

CC: 1723534457

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Chuquitarco Caiza Karina Gissela; y, Velastegui Yunda Nathali Daniela con el título del Proyecto de Investigación: “SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OBRAS DE APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO PARA LAS CATEGORÍAS ECOLOGÍA E INTERÉS HUMANO, EN EL PERIODO 2019 – 2020”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 17 de septiembre 2020

.....
Ing. Mg. Vladimir Ortiz Bustamante
LECTOR 1 (PRESIDENTE)
CC: 0302574479

.....
Ing. Mg. José Agreda Oña
LECTOR 2
CC: 0401332101

.....
Lcdo. Mg. Jaime Lema Pillalaza
LECTOR 3
CC: 1713759932

AGRADECIMIENTO

En este largo caminar hemos tenido tropiezos, pero como mujeres aguerridas nos hemos levantado y demostrado que somos capaces de alcanzar todo lo que nos proponíamos.

En primer lugar agradecemos a Nuestro padre Dios, porque puso cada pieza en su lugar a su debido tiempo y también porque conocimos amistades valiosas, una de ellas mi amiga con quien comparto este trabajo de tesis, a nuestros padres y familia por su apoyo y amor incondicional, sin ese esfuerzo no hubiera sido posible esto. Gracias también a nuestros maestros, sobre todo a la MSc. Kalina Fonseca que nos ha transmitido sus conocimientos y ha hecho posible cumplir satisfactoriamente con una de tantas metas que vendrán.

A todos Ustedes, un infinito Gracias.

Karina y Daniela.

DEDICATORIA

Con Amor Entrega y Sacrificio estos logros no hubieran sido adquiridos, gracias a la maravillosa voluntad de nuestro Padre Dios y su guía en cada una de nuestras decisiones, ha hecho posible que el día de hoy podamos dedicar con gran orgullo este trabajo.

Kary. A mis padres Marcelo y María quienes son mis pilares fundamentales, mi todo y por quienes luchare siempre, gracias por su apoyo incondicional, a mi ñaña Jenny gracias por acompañarme en esta travesía loca y difícil; también es necesario nombrar a Luz mi prima, quien ha estado apoyándome en todo este proceso.

Dany. A las cinco mujeres que más amo en esta vida, mi madrecita querida Alicia, Dios sabe cuánto te amo y todo lo que significas para mí y a ustedes ñañas queridas Mireya, Tania, Mariela y Diana gracias por ser mi ejemplo a seguir y demostrarme que con perseverancia y esfuerzo todo es posible.

Esto es para ustedes.

Los amamos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OBRAS DE APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO PARA LAS CATEGORÍAS ECOLOGÍA E INTERÉS HUMANO, EN EL PERIODO 2019 - 2020”

Autoras: Chuquitarco Caiza Karina Gissela
Velastegui Yunda Nathali Daniela

RESUMEN

En la actualidad, la grave escasez del recurso hídrico plantea grandes desafíos en diferentes partes del mundo debido a su sobreexplotación, por esa razón, su gestión se debe realizar desde la perspectiva de un bien escaso, aplicando métodos que minimicen los impactos ambientales. La presente investigación tuvo como finalidad la aplicación de la metodología de evaluación de impactos ambientales BC, en proyectos hidráulicos para las categorías ecología e interés humano. La metodología BC se aplicó para la obra de aprovechamiento hidráulico Coca Codo Sinclair (CCS), la misma que es una obra estatal de generación hidroeléctrica y de transmisión eléctrica al Sistema Nacional Interconectado (SNI), con un caudal de diseño de 285 m³/s, captado del río Quijos en su confluencia con el río Salado, siendo parte de la cuenca hidrográfica del río Napo (vertiente amazónica), la más grande del país. Los estudios ambientales de CCS no han previsto la gestión integrada del recurso hídrico con los actores locales, sea para enfrentar problemas de estrés hídrico (agua potable, saneamiento o inundaciones), o la extrema variabilidad climática, actual y futura, que afecta la seguridad humana en el piedemonte amazónico. Por esta razón, la investigación evalúa los impactos en las categorías Ecología e Interés Humano, utilizando los datos de la línea de base de los EsIA EFFICACITAS y ENTRIX. Mediante la predicción e identificación de posibles impactos se obtuvo valores significativos para la fase sin y con proyecto, a través de una representación gráfica de la calidad ambiental (CA), mencionando las posibles afectaciones que generarían cambios adversos ambientales. Como resultado de la evaluación se determinó que 9 de los 18 parámetros de la categoría Ecología presentan un porcentaje inferior al 10%, generando una alerta de tonalidad baja, mientras que los 9 parámetros restantes presentan una señal de alerta de tonalidad mayor sobrepasando el 10%. En cuanto a la categoría de Interés Humano en su evaluación concluye que 13 de 19 parámetros muestran una alerta de tonalidad menor al ubicarse por debajo del 30%, y los 6 restantes al sobrepasar el 30% indican una señal de alerta de tonalidad mayor. Concluyendo que dentro de la categoría Ecología se ha visto modificadas las condiciones ecológicas de la mayor parte de la zona, debido a la extensión de la frontera agrícola y a las diferentes actividades desarrolladas por CCS; por otro lado, la categoría de Interés Humano detectó dos impactos positivos relacionados con las oportunidades de empleo y las interacciones sociales, que a su vez inciden en el debilitamiento de la cultura y el deterioro del valor histórico. Se sugiere el uso de la metodología propuesta, con el fin de obtener resultados exactos mediante el cálculo del impacto ambiental global del proyecto.

Palabras clave: Battelle - Columbus, Calidad Ambiental, EsIA, EIA, Recurso Hídrico.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “SYSTEM OF ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT FOR HYDRAULIC EXPLOITATION WORKS FOR THE CATEGORIES ECOLOGY AND HUMAN INTEREST, IN THE PERIOD 2019-2020”

Authors: Chuquitarco Caiza Karina Gissela
Velastegui Yunda Nathali Daniela

ABSTRACT

In the actuality, the serious shortage of water resources proposes great challenges in different parts of the world due to its overexploitation, for that reason its management must be carried out from the perspective of a scarce good, applying methods which can reduce environmental impacts. This research purpose was to apply the BC environmental impact assessment methodology in hydraulic projects for ecological and human interest categories. The BC methodology was applied to the Coca Codo Sinclair (CCS) hydraulic exploitation work, which is a government work for hydroelectric generation and electricity transmission to the National Interconnected System (SNI), with a design flow of 285 m³/s, caught from the Quijos River at its confluence with the Salado River, being part of the hydrographic basin of the Napo River (Amazon slope) which is the largest in the country. CCS environmental studies have not provided for the integrated management of water resources with local participants, even to face problems of water stress (drinking water, sanitation or floods), or extreme current and future climate variability, which affects human security in the Amazon foothills. For this reason, the research evaluates the impacts in Ecological and Human Interest categories, using the baseline data from EsIA EFFICACITAS and ENTRIX. Through prediction and identification of possible impacts, significant values were obtained for the phase without and with the project, through a graphic representation of the environmental quality (CA), mentioning the possible effects that would generate adverse environmental changes. As evaluation result was determined that 9 of the 18 parameters of the Ecological category shows a percentage lower than 10%, generating a low tonality alert, while the remaining 9 parameters shows a higher tonality alert signal exceeding 10%. In Human Interest category, its evaluation concludes that 13 of 19 parameters show an alert of a lower tonality when it is below 30%, and the remaining 6 when exceeding 30% indicate an alert signal of a higher tonality. In conclusion, in Ecology category, some conditions in all of this area were changed, due to the extension of the agricultural frontier and the different activities developed by CCS; On the other hand, the Human Interest category detected two positive impacts related to employment opportunities and social interactions, which in turn, they influence the weakening of culture and deterioration of historical value. The use of the proposed methodology is suggested, to obtain exact results by calculating the overall environmental impact of the Project.

Keywords: Battelle – Columbus, Environmental quality, EsIA, EIA, Hidric Resource.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	x
AGRADECIMIENTO	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
ACRÓNIMOS	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
6. OBJETIVOS:.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1. Battelle Columbus (BC): Generalidades del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.....	6
7.1.1. Obras de aprovechamiento hidráulico	6
7.1.2. Evaluación de Impactos Ambientales.....	8
7.2. Introducción a la metodología Battelle Columbus	10
7.2.1. Generalidades del sistema de evaluación de impacto ambiental Battelle Columbus (BC)	10
7.3. Debilidades del SEABC.....	18
7.4. Definición de categoría y parámetro.....	19
7.4.1. Categoría Ecología	19
7.4.2. Categoría Interés Humano	22
8. PREGUNTA CIENTIFICA.....	28
9. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS).....	28
9.1. MÉTODOS	29
9.1.1. Deductivo	29
9.1.2. Instrumentos	29
10. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30

11.	METODOLOGIA DE BATTELLE COLUMBUS.....	30
11.1.	Categoría Ecología.....	30
11.2.	Categoría Interés Humano.....	35
12.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	39
12.1.	Aplicación de la metodología del Battelle Columbus (BC).....	39
12.1.1.	Categoría Ecología.....	39
12.1.2.	Categoría Interés Humano.....	71
12.2.	Comparación de resultados con otras metodologías.....	98
12.3.	Discusión de resultados.....	99
12.3.1.	Categoría Ecología.....	99
12.3.2.	Categoría Interés humano.....	101
13.	IMPACTOS.....	102
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
14.1.	Conclusiones.....	103
14.2.	Recomendaciones.....	103
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	104

ACRÓNIMOS

CA: Calidad Ambiental

CCS: Coca Codo Sinclair

COA: Código Orgánico del Ambiente

EIA: Evaluación de Impactos Ambientales

EFFICACITAS: Eficiencia Energética y Ambiental Cia. Ltda.

ENTRIX: Enviromental and Natural Resource Management Consultants

EsIA: Estudio de Impacto Ambiental

BC: Battelle - Columbus

SNI: Sistema Nacional Interconectado

SUIA: Sistema Único de Información Ambiental

UIA: Unidades de Impacto Ambiental

UIP: Unidades de Importancia del Parámetro

RBS: Reserva de Biosfera Sumaco

PDOT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador

TdR: Términos de Referencia

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OBRAS DE APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO PARA LAS CATEGORÍAS ECOLOGÍA E INTERÉS HUMANO”.

Fecha de inicio: Septiembre del 2019

Fecha de finalización: Agosto del 2020

Lugar de ejecución: Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado: Desarrollo de mi tierra

Equipo de Trabajo:

Nombres de equipo de investigadores: Chuquitarco Caiza Karina Gissela

Velastegui Yunda Nathali Daniela

Tutor de Titulación: Lcda. Mtr. Kalina Marcela Fonseca Largo

Lector 1: Ing. Mg. Vladimir Ortiz Bustamante

Lector 2: Ing. Mg. José Luis Agreda Oña

Lector 3: Lcdo. Mg. Jaime Rene Lema Pillalaza

Área de Conocimiento: Ciencias, protección del medio ambiente

Línea de investigación: Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera: Manejo y conservación de la biodiversidad

Línea de vinculación: Gestión de recursos naturales. Biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social

2. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico se destaca como un factor clave en el desarrollo socio - económico del país, prácticamente todas las actividades económicas ligadas a recursos naturales utilizan el agua como un insumo fundamental en sus procesos productivos (agricultura, minería y generación de energía, entre otros).

En Ecuador, el mecanismo para asegurar el uso sostenible del agua en las obras de aprovechamiento hidráulico se estipula en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua y el Código Orgánico Ambiental (COA). Desde el enfoque de sustentabilidad, para remediar o mitigar los efectos negativos en el ambiente producidos por la intervención humana en la ejecución de grandes obras, se creó el mecanismo de la evaluación de impactos ambientales (EIA), promovido en el plano mundial desde hace cuatro décadas y aceptado ampliamente a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992.

La Evaluación del Impacto Ambiental identifica o predice el impacto de un proyecto sobre los componentes bióticos y abióticos, estableciendo valores cuantitativos para los parámetros que indican la calidad del ambiente antes, durante y después de la ejecución de un proyecto, con el objetivo de reducir el impacto ambiental (Goyal & Deshpande, 2001).

La metodología Battelle Columbus (BC) es aplicable para proyectos de categoría IV que se dedican al uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, se basa en una disposición jerárquica de indicadores de calidad ambiental de los recursos naturales,

Para proyectos relacionados con el recurso hídrico tanto a nivel micro y macro, el sistema de evaluación de Battelle Columbus, es uno de los métodos considerado cuantitativo, por algunos autores y por otro cualitativo, debido a ciertos parámetros que se califican según la percepción del evaluador. BC evalúa sistemáticamente los impactos ambientales (Pinto, 2012).

En cuanto a la metodología aplicada hace referencia a las categorías: *Ecología* la cual mide los cambios de los sistemas naturales estimando los impactos sobre la biota y los hábitats en los que viven, seleccionando dieciocho parámetros ecológicos que, en general, podrían medirse y

proporcionar un medio para describir el estado del sistema natural equilibrado, indicando las condiciones actuales y tendencias de los parámetros similares, midiendo la calidad ambiental en referencia al hombre y al uso del medio ambiente y finalmente identificando áreas sensibles como hábitats o especies de deporte, comercial o interés educativo (Dee et al., 1973). Por otro lado la *Categoría de Interés Humano* proporciona una visión más allá de las necesidades absolutas para la vida humana, incluye parámetros que se preocupan por mostrar los impactos que ocurren a las personas en el área del proyecto cuyas vidas se modifican como resultado directo del proyecto, es así que estudia la afectación de la vida emocional de las personas, el disfrute del entorno natural, lugares de interés educativo, histórico o cultural y lugares que tengan especial atractivo (Dee et al., 1973). La estimación para cada parámetro se obtiene por medio de comparaciones objetivas en áreas geográficas "sin" y "con" proyectos Hidráulicos (Espinoza, 2002).

Actualmente la Universidad Técnica de Cotopaxi en base al diagnóstico situacional de la zona 3 (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza) y a las prioridades institucionales de mejora de los procesos de investigación científica y tecnológica se propone actualizar las líneas de investigación acorde a los planes de desarrollo local, regional y nacional.

Dentro de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente trabaja en diferentes líneas de investigación entre la cual la tesis se desarrolla ENERGIAS ALTERNATIVAS Y RENOVABLES, EFICIENCIA ENERGETICA Y PROTECCIÓN AMBIENTAL. Esta línea de investigación abarca tres grandes ejes para su accionar investigativo, que están en correspondencia con los objetivos nacionales e internacionales de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en esta área. Se integran todas aquellas investigaciones que busquen promover el aprovechamiento de las energías alternativas y renovables, fomentar y promocionar el uso eficiente de la energía (Eficiencia Energética) en los diferentes sectores y reducir el impacto medioambiental derivado de la utilización de los recursos energéticos a través de un buen Manejo y Conservación del Recurso Hídrico. Para ello el EsIA tiene por objetivo de generar propuestas de protección ambiental que permiten establecer soluciones aplicables a los distintos problemas que son parte de las comunidades y/o sociedad.

Además, se ha vinculado con distintos sectores a nivel provincial, identificando problemas y presentando alternativas de solución; para lo cual se ha establecido un Proyecto de Vinculación de la Facultad denominado “Desarrollo de mi Tierra”, que establece una línea de vinculación

designada como, Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

El objetivo de la presente tesis, es explicar una metodología de evaluación de impactos ambientales específica y de fácil implementación para obras de aprovechamiento hidráulico; debido que en el país, no existe un método diseñado concretamente para estas actividades en las categorías Ecología e Interés Humano. Por otra parte, se escogió la represa Coca Codo Sinclair (CCS) para evaluar los impactos ambientales, ya que es la más grande del país y en los últimos años ha ocasionado graves problemas ecológicos, que no han sido previstos en los Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La EIA nace como un recurso de protección ambiental que apoyada por la legislación acorde a las necesidades de los distintos países, fortalece la toma de decisiones a nivel de políticas, planes, programas y proyectos, incorporando nuevas variables para considerarlas en el desarrollo de los proyectos de inversión. En busca de una metodología de EIA diseñada para obras de aprovechamiento hidráulico, nos llevó a la aplicación del Sistema de Evaluación Ambiental BC, puesto que esta metodología realiza una evaluación sistemática detallada de 78 parámetros ambientales, además nos indica la representatividad del impacto ambiental derivada de las acciones consideradas, permitiendo la evaluación de proyectos a gran escala como es el caso de la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair (CCS).

La presente investigación pretende aportar en su totalidad con la interpretación de la metodología, beneficiando principalmente a estudiantes, docentes y profesionales en el área ambiental y empresas certificadas a la realización de EsIAs, mientras que los beneficiarios indirectos serán el MAE provincial de Cotopaxi e instituciones relacionadas.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios directos e indirectos del proyecto

Directos	Indirectos.
Estudiantes y Docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi	MAE Provincial de Cotopaxi e instituciones relacionadas

Población Masculina:	203	Población Masculina:	34
Población Femenina:	325	Población Femenina:	16
Total:	528	Total:	50

Fuente: Dirección de la Carrera de Ingeniería Ambiental, UTC. 2019 (PDYOT, 2015-2025) (MAEC, 2015)

Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2019

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad, la grave escasez del recurso agua plantea grandes desafíos en varias partes del mundo, debido a su sobreexplotación por el uso inadecuado en la ejecución de diferentes proyectos, en el caso de las centrales hidroeléctricas, su funcionamiento acarrea consecuencias medioambientales negativas, pese a tener muchos aspectos positivos hay que tener en cuenta que la construcción genera cambios en los ecosistemas, por tal razón, su gestión se debe realizar desde la perspectiva de un bien escaso, aplicando enfoques de desarrollo sostenible y normativas legales.

Varios problemas ambientales han obligado a que se desarrollen metodologías de EIA, es así que en la década de 1970 en Estados Unidos se desarrolló la metodología BC, la misma que es aplicada en proyectos que se dedican al uso y aprovechamiento de los recursos hídricos.

A nivel de América Latina la metodología BC es poco conocida, por ende su aplicación es reducida, utilizándose en ciertos países, entre ellos Colombia, Perú y Venezuela. En el caso de Perú, su uso viene siendo exigido por los revisores de EsIA, recientemente, con mayor énfasis, como método cuantitativo. La exigencia de la cuantificación de los impactos, que exigen los TdR (términos de referencia) en el Perú, es interpretada por muchos analistas de impactos y revisores de EIA como la obligación de emplear el método de Battelle-Columbus (Cuya, 2014).

En Ecuador, no existe una metodología de evaluación de impactos ambientales específica y de fácil implementación para obras de aprovechamiento hidráulico; es decir, carece de un método diseñado concretamente para evaluar las categorías Ecología e Interés Humano. Los proyectos ecuatorianos de categoría IV, tienen que obligatoriamente presentar el EsIA para obtener el permiso de funcionamiento, puesto que es un procedimiento técnico-administrativo que los proyectos, obras o actividades requieren para obtener una licencia ambiental.

6. OBJETIVOS:

Objetivo General:

Desarrollar una guía metodológica basada en el sistema de evaluación para obras de aprovechamiento hidráulico en Ecuador para las categorías Ecología e Interés Humano.

Objetivos Específicos:

1. Comprender el funcionamiento del sistema de evaluación ambiental Battelle Columbus en cuanto a las categorías Ecología e Interés Humano.
2. Aplicar la metodología de evaluación ambiental cualitativa/cuantitativa en una obra de aprovechamiento hidráulico.
3. Comparar los resultados con otras metodologías aplicadas en la obra de aprovechamiento hidráulico.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Battelle Columbus (BC): Generalidades del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

7.1.1. Obras de aprovechamiento hidráulico

Se consideran obras hidráulicas a las estructuras construidas con el fin de captar, extraer, almacenar, regular, conducir, controlar y aprovechar el recurso hídrico, así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público (Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Por otro lado, el aprovechamiento productivo del agua, son las actividades como riego para la economía popular y solidaria, agro industria, producción agropecuaria o producción acuícola de exportación u otras actividades productivas como turismo, generación de hidroelectricidad, producción industrial; explotación minera y de refinación de minerales; hidrocarburos,

envasado y comercialización de aguas minerales, medicinales, tratadas, enriquecidas o que tengan procesos certificados de purificación y calidad; y, otras actividades productivas que impliquen el aprovechamiento del agua (Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Las hidroeléctricas, son otro tipo de proyectos de aprovechamiento hidráulico que impulsan desarrollo de las infraestructuras energéticas (ONU-DAES, 2005), son la fuente renovable de electricidad más utilizada en el mundo y más del 16% de la generación eléctrica mundial es de origen hidráulico (Ortiz, 2016). En Ecuador, acorde al Art.106 de la (Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014) el aprovechamiento productivo del agua para la generación de electricidad, de manera preferente para aquellos proyectos de prioridad nacional que se contemplen en el plan maestro de electrificación, deben incorporar los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Desafortunadamente, en todas las fases de implementación de este tipo de proyectos se generan impactos negativos en el medio ambiente, muchas veces irreversibles. La generación eléctrica con fuentes renovables provoca impactos (de diferente tipo e intensidad), sobre todo en los cuerpos de agua, por la modificación del cauce, por las líneas de transmisión, derechos de vía e infraestructura de transformación y distribución (López, 2011). (Bernal, 2015) Menciona que todo proyecto hidroeléctrico tiene un impacto en el transporte del caudal sólido y líquido en el río, en la alteración del equilibrio dinámico del río y por tanto en los servicios ecosistémicos del afluente.

Por ejemplo, según (López, 2011), Coca Codo Sinclair (CCS), es una obra estatal de generación hidroeléctrica y de transmisión eléctrica al Sistema Nacional Interconectado (SNI), con un caudal de diseño de 285 m³/s, captado del río Quijos en su confluencia con el Salado, en la sub-cuenca del río Coca, cuenca hidrográfica del Napo (vertiente amazónica), la más grande del país. CCS se proyectó que debería producir más de 1.500 megavatios de energía "limpia y renovable" y cubrir el 30% de la demanda eléctrica del país con un tiempo de vida útil de 50 años (Miranda, 2019). CCS está en funcionamiento desde el 2016 hasta la actualidad, aunque la Contraloría del Ecuador aprobó un informe donde se establece perjuicio económico por las fisuras existentes que puede superar las decenas de millones de dólares (Miranda, 2019).

Aparte de las dificultades estructurales de CCS, existen también problemas ambientales; en los estudios ambientales no se ha previsto la gestión integrada del recurso hídrico con los actores locales, sea para enfrentar problemas hídricos (agua potable, saneamiento o inundaciones), o la

extrema variabilidad climática, actual y futura, que afecta la seguridad humana en el piedemonte amazónico (López, 2011). En el análisis del flujo hídrico del proyecto hidroeléctrico CCS (Jiménez & Ternues, 2019) señala que, el caudal afluente al embalse compensador evidencia una disminución de los caudales del año 2017 con los históricos de los obtenidos de 1972-1990. El proyecto CCS ha generado cambios considerables como erosión, degradación, pérdida de fertilidad del suelo, contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua, alteración en la calidad de aire por emisiones, altos niveles de ruido, mientras que la parte biótica es el componente que mayor cantidad de impactos ha tenido debido al desbroce de vegetación, por ende la reducción o pérdida de hábitat y extinción tanto de flora y fauna (ENTRIX, 2009).

7.1.2. Evaluación de Impactos Ambientales

A medida que las obras de aprovechamiento hidráulico se ejecutan pueden causar impactos positivos y negativo en el ambiente. Desde el enfoque de sustentabilidad, para remediar o mitigar los efectos negativos en el ambiente producidos por la intervención humana en la ejecución de grandes obras, se creó el mecanismo de la evaluación de impactos ambientales (EIA), promovido en el plano mundial desde hace cuatro décadas y aceptado ampliamente a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992 (Perevochtchikova, 2013).

En el país, un instrumento para la regularización ambiental es la evaluación del impacto ambiental, según el Art. 179 del (Código Orgánico del Ambiente, 2017), deberán ser elaborados en aquellos proyectos, obras y actividades que causan mediano y alto impacto o riesgo ambiental para una adecuada y fundamentada evaluación, predicción, identificación e interpretación de dichos riesgos e impactos. La EIA se ha convertido en una herramienta indispensable de política pública ambiental, lejos de ser un freno al desarrollo y al progreso, permite ejecutar proyectos bajo lineamientos de desarrollo sostenible. En Ecuador, las actividades, obras o proyectos son regulados y clasificados en cuatro categorías (ver tabla N°2) en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) de acuerdo a los impactos ambientales negativos o los niveles de contaminación generados al medio ambiente (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2020).

Tabla 2: Categorización de proyectos según el impacto ambiental

Categoría	Aplicación a proyectos	Instrumento	Autorización administrativa
I	Impactos considerados no significativos	Guía de buenas prácticas ambientales	Certificado de registro ambiental
II	Considerados de bajo impacto	Ficha Ambiental y Plan de Manejo Ambiental	Licencia Ambiental- Categoría II
III	Considerados de mediano impacto	Declaratoria de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental	Licencia Ambiental- Categoría III
IV	Considerados de alto impacto	Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental	Licencia Ambiental- Categoría IV

Fuente: Sistema Único de Información Ambiental. 2020 (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2020)

Los proyectos ecuatorianos de categoría IV, tienen que obligatoriamente presentar el estudio de impacto ambiental para obtener el permiso de funcionamiento. Al estudio de impacto ambiental (EsIA), se le conoce como el procedimiento técnico- administrativo para la toma de decisiones sobre los impactos ambientales de los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y deberán especificar todas las características del proyecto que representen interacciones con el medio (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, 2019). El EsIA está estructurado por la ficha técnica, introducción, diagnóstico ambiental - línea base, descripción del proyecto, selección de alternativas, áreas de influencia, sensibles y riesgos; identificación y evaluación de impactos ambientales, plan de manejo, plan de monitoreo, glosario y bibliografía (ENTRIX, 2009).

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta diseñada para identificar y predecir el impacto de un proyecto sobre los componentes bióticos y abióticos. La EIA interpreta y comunica información sobre el impacto, para una zona del proyecto específica. Es un mecanismo anticipado, que establece valores cuantitativos para los parámetros que indican la calidad del ambiente antes, durante y después de la ejecución de un proyecto, permitiendo así medidas que aseguren la calidad ambiental (Goyal & Deshpande, 2001).

Existen métodos cualitativos y cuantitativos para evaluar impactos; la metodología cualitativa se basa en la observación, no incluyen datos numéricos y además la relación de causalidad entre

la acción de formación se comprueba sin conformar un grupo de control, es decir, no requiere de un escenario contrafactual (OIT, 2019). A diferencia de la metodología cuantitativa busca verificar la relación de causalidad entre la acción de formación y sus impactos (Martín, 2019). Es decir, que entre mayores fueran las posibilidades de medición del impacto, este sería más útil para estudios de alcances semi- detallados y detallados (Villegas et al., 2018).

Para proyectos relacionados con el recurso hídrico tanto a nivel micro y macro, el sistema de evaluación de BC, es uno de los métodos considerado cuantitativo, por algunos autores y por otro cualitativo, debido a ciertos parámetros que se califican según la percepción del evaluador. BC evalúa sistemáticamente los impactos ambientales (Pinto, 2012), usando escalas de ponderación la cual tiene en cuenta la descripción de aspectos ambientales y la distribución de unidades de importancia a cada aspecto ambiental (Riaño, 2017) y se puede conseguir una planificación a medio y largo plazo de proyectos con el mínimo impacto ambiental posible (Dellavedova, 2010).

7.2. Introducción a la metodología Battelle Columbus

7.2.1. Generalidades del sistema de evaluación de impacto ambiental Battelle Columbus (BC)

El sistema de evaluación ambiental del Instituto Battelle – Columbus, es la principal herramienta que se ha desarrollado para la evaluación de impactos ambientales para obras de aprovechamiento hidráulico. Su objetivo es la evaluación sistemática de los impactos de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos, la clave de este sistema de evaluación son los parámetros, que corresponden, a un aspecto ambiental significativo, después de obtener los parámetros aplicables, se transformarán sus valores correspondientes en unidades conmensurables y en consecuencia comparables, mediante técnicas de transformación.

La principal ventaja es que se puede medir el impacto ambiental sobre el medio de diferentes proyectos de uso de recursos hídricos (análisis de proyectos, escala micro), adicional realizar una planificación a medio y largo plazo en proyectos con el mínimo impacto ambiental posible (evaluación ambiental estratégica de planes y programas, escala macro).

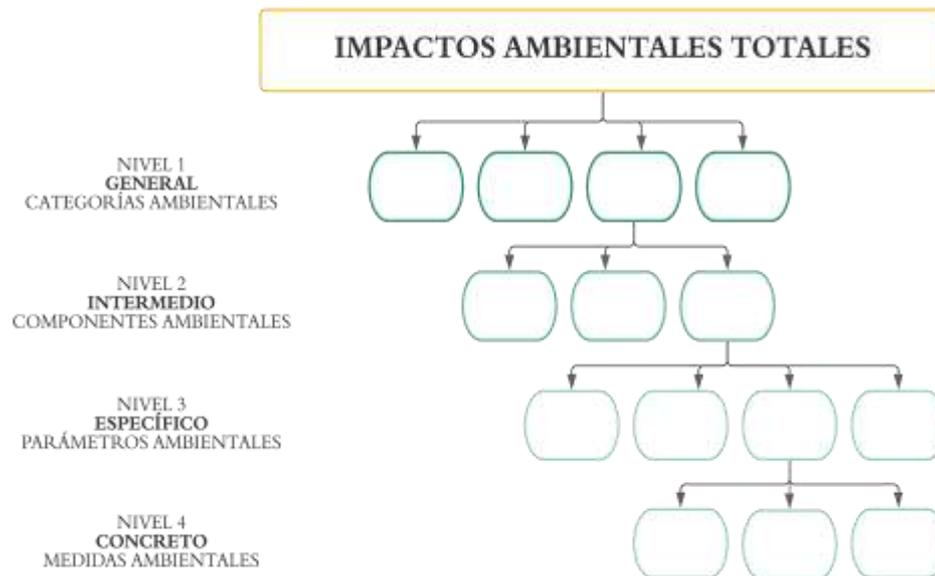
La metodología BC se puede aplicar para proyectos de categoría IV que se dedican al uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, fue desarrollada por un equipo de investigación interdisciplinario de Battelle-Columbus (Dee et al., 1973), se basa en una disposición jerárquica de indicadores de calidad ambiental del agua. Además del enfoque sugerido en este documento,

otras metodologías conceptualmente similares fueron desarrolladas para medir los impactos ambientales por Leopold en 1971, Dearinger en 1968, y Morisawa y Murie en 1969. Las ventajas del BC es la evaluación que se ejecuta en las cuatro categorías: ecología, contaminación ambiental, estético e interés humano, que se subdividen en subgrupos y finalmente en 78 parámetros (Goyal & Deshpande, 2001).

Descripción de la metodología

El sistema de evaluación BC es de naturaleza jerárquica, mide los impactos ambientales en unidades proporcionales y alerta al usuario sobre áreas ambientalmente sensibles (Dee et al., 1973). El modelo opera sobre un árbol de factores (Figura. N°1), organizado en cuatro niveles denominados categorías (Nivel I), componentes (Nivel II), parámetros (Nivel III), y medidas (Nivel IV) (Gomez Villarino & Gomez Orea, 2013).

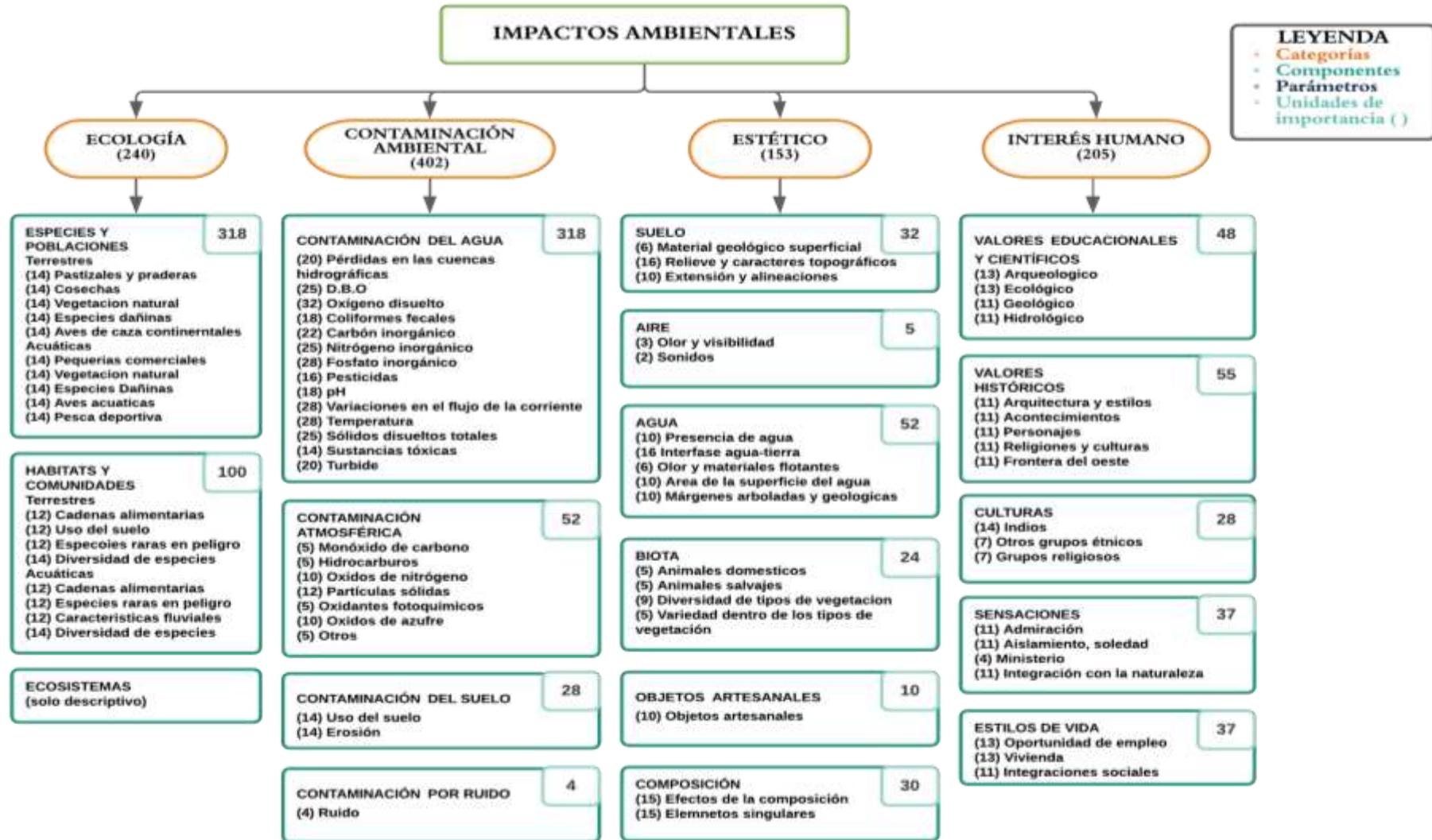
Figura 1: Naturaleza jerárquica de SEABC



Fuente: (Castro, 2013)

Para ponderar los factores de BC se utilizó el Método Delphi (Róman, 2016), definiendo cuatro (4) categorías, dieciocho (18) componentes, y setenta y ocho (78) parámetros (Fig.2). Entre ellos se repartieron mil unidades de importancia entre las cuatro categorías: ecología (240), contaminación ambiental (402), estética (153) e interés humano (205). Aunque no todos los parámetros sean aplicables para obras a nivel mundial (uno de esos parámetros considera, por ejemplo, a los indios americanos), pero el método utilizado para ponderar los factores puede repetirse en otras circunstancias (Garmendia, A et al., 2005)

Figura 2: Matriz de evaluación de impactos ambientales con la metodología Battelle Columbus



Fuente: (Dee et al., 1973)

En la matriz de Battelle, las cuatro categorías (Figura N° 2) están representadas con óvalos de color naranja, están estructuradas en función de las características particulares de los impactos negativos y positivos generados en las obras hidráulicas, son ordenadas por rango o escala, que establecen un orden lógico (Cuya, 2014); (Vélez, 2015).

Los componentes ambientales son todos aquellos factores que nos rodean a todos los seres vivos, son elementos de un complejo mecanismo que posee viabilidad propia y que depende en mayor medida de sus parámetros (Battelle Memorial Institute, 1972). Los 18 componentes (Figura N° 2) están simbolizados por cuadrados de color verde, cada uno de ellos representa términos de generalidad intermedia, varios grupos de parámetros similares conforman los componentes ambientales. Casi todos los componentes ambientales, suelo, fauna, vegetación, paisaje, aprovechamientos, etc. dependen directamente de la calidad y del régimen del agua. Se puede concluir, por tanto, que los impactos que reciba el régimen hídrico o la calidad de las aguas son mucho más importantes que los demás pues de ellos depende la vitalidad (PROBIDES, 2001).

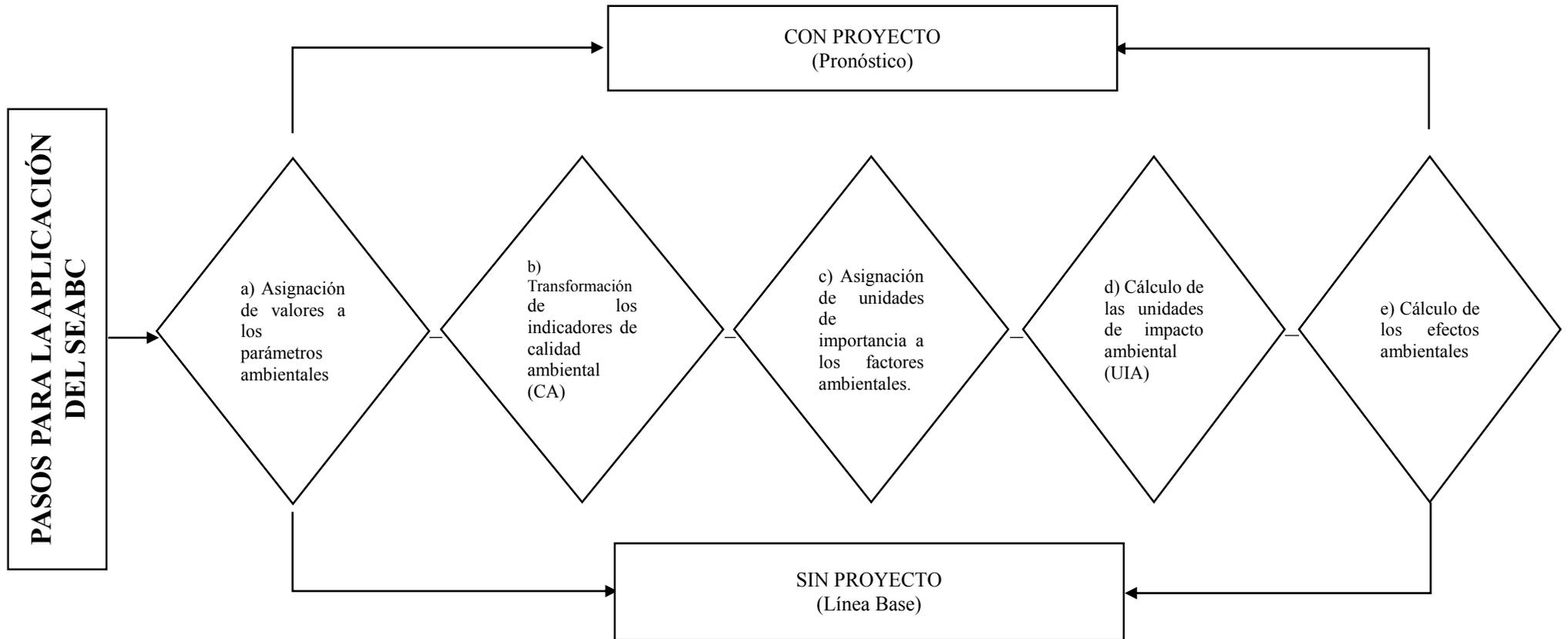
Los parámetros ambientales (Figura N°2) representados en letra negrita, corresponde al nivel máximo de desagregación de un factor ambiental, que puede ser medido (Toro et al., 2016). La asignación de valores a los parámetros ambientales consiste en su medición (trabajo en campo) y predicción (modelación o conocimiento experto), en situaciones con y sin proyecto, para expresar el resultado en términos de calidad ambiental, se obtienen valores que oscilan entre cero y uno, donde cero (0) significa una mala calidad ambiental y uno (1) la calidad ambiental óptima, se toma los diferentes valores de los parámetros obtenidos y sus respectivas unidades de medida para convertirlos a unidades de calidad ambiental (CA) por medio de las funciones de transformación.

Las medidas ambientales (Figura N°2) representados en números entre paréntesis, constituyen valores fijos para cada uno de los 78 factores y que, sumándolos, dan un total 1000 Unidades de Importancia del Parámetro (UIP).

Pasos para la aplicación del SEABC

La aplicación se ejecuta en cinco pasos para la fase SIN proyecto y CON proyecto (Figura N°3) como se detalla a continuación

Figura 3: Pasos para la aplicación del SEABC



Fuente: (Castro, 2013)

- a) La asignación de valores a los parámetros ambientales consiste en su medición (a través de trabajo en campo) y predicción (mediante modelación o conocimiento experto), para las situaciones con y sin proyecto. Estas mediciones se reportan en sus unidades de medida habituales

Ejemplo:

El proyecto de la hidroeléctrica CCS, en la fase SIN proyecto el parámetro Características Fluviales presenta 62 % (valor del parámetro de la línea base), mientras que en la fase CON proyecto, se pronostica que el parámetro descenderá a 50 % (valor del parámetro pronosticado).

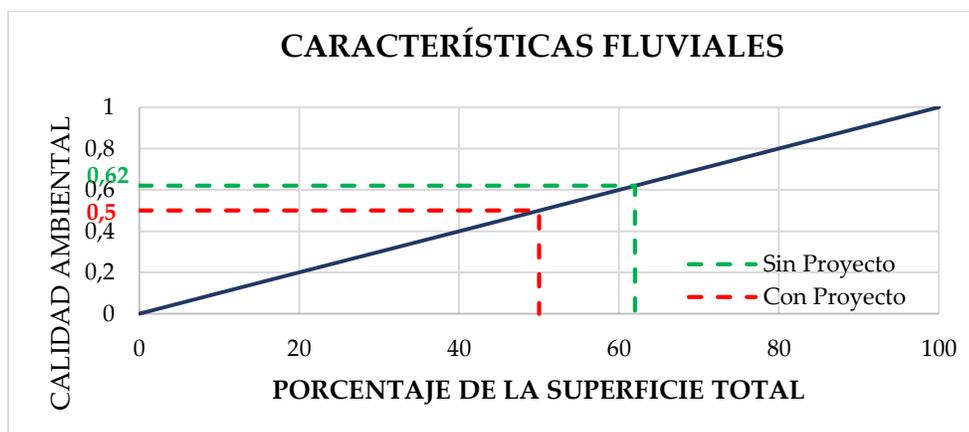
- a) La transformación de los indicadores de calidad ambiental, toma los diferentes valores de los parámetros obtenidos y sus respectivas unidades de medida para convertirlos a unidades de calidad ambiental (CA), por medio de la función de transformación. Como resultado se obtienen valores que oscilan entre cero y uno, donde cero (0) significa una mala calidad ambiental y uno (1) la calidad ambiental óptima.

Ejemplo:

SIN PROYECTO: los 62% de Características Fluviales, corresponden a 0,62/1 (Figura N°4) de calidad ambiental según la función de transformación.

CON PROYECTO: los 50% de Características Fluviales, corresponden a 0.50/1 (Figura N°4) de calidad ambiental según la función de transformación.

Figura 4: Características fluviales



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

- b) Obtenida la CA de los parámetros SIN y CON proyecto, se procede a la asignación de Unidades de Importancia. Debido a que cada parámetro ambiental tiene una función y grado de importancia diferente en el sistema, se distribuyen 1000 Unidades de Importancia del Parámetro (UIP) entre todos para realizar su ponderación.

Ejemplo:

Las unidades de importancia en la matriz de Battelle para Características Fluviales, es 12

Tabla 3: Unidades de importancia de las Características Fluviales.

	SIN Proyecto	CON Proyecto
Características Fluviales	62%	50%
Calidad Ambiental (CA)	0,62	0,50
Unidades de importancia del parámetro (UIP)	12	12

- c) En este paso se realiza el cálculo de las Unidades de Impacto Ambiental (UIA) en la fase SIN y CON proyecto, aplicando la ecuación (1)

$$UIA = UIP \times CA \quad (1)$$

Donde:

- UIA: Unidad de Impacto Ambiental.
- UIP: Unidad de importancia del parámetro.
- CA: Calidad Ambiental.

Ejemplo:

Tabla 4: Unidades de impacto de las Características Fluviales.

	SIN Proyecto	CON Proyecto
Características Fluviales	62%	50%
Calidad Ambiental (CA)	0,62	0,50
Unidades de importancia del parámetro (UIP)	12	12
Unidad de Impacto Ambiental	7,44	6

Finalmente, se calculan los efectos ambientales a través de los cambios netos (CN) de los parámetros. Además, se realiza la diferencia entre las sumas ponderadas de los parámetros con y sin proyecto y posteriormente se calcula la diferencia total de las Unidades de Impacto Ambiental de cada una de las categorías.

$$CN = (UIA \text{ con proyecto}) - (UIA \text{ sin proyecto}) \quad (1)$$

Donde:

CN: cambio neto

Cuando $CN > 0$, la situación "con" el proyecto es mejor que "sin" el proyecto, lo que indica que el proyecto tiene beneficios positivos para el medio ambiente. Por el contrario, cuando $CN < 0$, la situación "con" el proyecto es peor que "sin" el proyecto, lo que indica que el proyecto tiene impactos negativos. Valores negativos altos de CN se consideran impactos negativos considerables.

Con la finalidad de valorizar de forma porcentual el impacto, se aplica la ecuación (3). (Dee et al., 1973).

$$\% CN = \frac{(UIA \text{ sin proyecto}) - (UIA \text{ con proyecto})}{(UIA \text{ sin proyecto})} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

% CN: porcentaje del cambio neto

Una vez que se obtiene los valores del porcentaje de CN, se establece señales de alerta, considerando dos reglas (Dee et al., 1973).

Regla N°1. Si el valor porcentual es $< 10\%$ para la categoría ecología se representa con una señal de alerta roja, de tonalidad baja; mientras que para las categorías contaminación ambiental, estética e interés humano, se aplica la misma señal pero para valores $< 30\%$.

Regla N°2. Si el valor porcentual es $\geq 10\%$ para los parámetros de la categoría ecología se representa con una señal de alerta roja, de tonalidad alta; mientras que para las categorías contaminación ambiental, estética e interés humano, se aplica la misma señal pero para valores $\geq 30\%$.

Además, en la categoría ecología se aplica la regla 1 y 2 solo para los dos componentes, debido que el tercero es descriptivo (ecosistemas) y por ende no se puede valorar.

Ejemplo:

Tabla 5: Cambio neto y porcentaje de impacto de ambiental por parámetro

	SIN Proyecto	CON Proyecto
Características Fluviales	62%	50%
Calidad Ambiental (CA)	0,62	0,50
Unidades de importancia del parámetro (UIP)	12	12
Unidad de Impacto Ambiental (UIA)	7,44	6
Cambio Neto		-1,44
Ponderado		1,44
Porcentaje		19,35%
Señal de alerta		

La interpretación se realiza por parámetro según el cambio neto, el porcentaje de impacto y señales de alerta. En el caso del parámetro Características Fluviales, el cambio ambiental generado sin y con proyecto, es negativo de -1,44, siendo un valor bajo de impacto, representado en el 19,35% (supera el 10%); es decir, la obra representaría un riesgo ambiental para este indicador, por esa razón el color de la bandera es de tonalidad mayor (rojo).

7.3. Debilidades del SEABC

- Una de las más representativas desventajas es que este método fue diseñado para determinar el impacto ambiental de proyectos hidráulicos es decir son específicas para planificación y gestión de recursos hídricos, limitando su aplicabilidad solo para esta área.
- Obtener los valores de los 78 parámetros y las funciones de calidad ambiental muchas veces no es posible en los proyectos, por eso se recomienda levantar la línea base en relación a los 78 parámetros a evaluar
- Requiere evaluadores experimentados, que conozcan mucho del proyecto, sus implicaciones y del medio receptor.
- Requiere disponer de funciones de transformación para todos los factores ambientales que se consideren. Exige una buena base de información del ambiente afectado.

- No permite visualizar la temporalidad de los impactos.
- No se muestra en forma clara la relación causa-efecto.
- Requiere de una memoria explicativa para determinar el impacto y las consecuencias del mismo.

7.4. Definición de categoría y parámetro

7.4.1. Categoría Ecología

La categoría Ecología en el sistema Battelle está constituida por 3 componentes: especies y poblaciones; hábitats y comunidades; y ecosistemas (cabe recalcar que el tercer componente es solo descriptivo).

El componente *especies y poblaciones* comparten propiedades biológicas generando una alta cohesión productiva y ecológica del grupo (Morlans, 2004). Este componente sin modificaciones ni alteraciones presenta una gran variedad de especies dando equilibrio y estabilidad a los sistemas ecológicos, las densidades de las poblaciones son estables para la preservación especies endémicas y nativas.

El componente *hábitats y comunidades*, es el lugar donde viven un conjunto de organismos sean animales, plantas, hongos o incluso microorganismos (Raffino, 2019); al no ser intervenido los hábitats se encuentran en la capacidad de conservar y mantener organismos originarios, también se muestra una extensa diversidad de comunidades vegetales y animales, favoreciendo a la supervivencia, fecundidad, y la capacidad de reproducción de las mismas.

El tercer componente *ecosistemas* está formado por factores bióticos y abióticos, que interactúan a través de procesos ecológicos, generando ciclos de energía, así también procesos dinámicos de reproducción (García, 2017). Al encontrarse en su estado natural no existe destrucción de hábitats, invasiones biológicas, extensión de especies y sobre todo hay un equilibrio acuático y terrestre.

La categoría Ecología está conformada por 18 parámetros, tanto para el hábitat terrestre como acuático, por tal razón evitamos mencionar a los que se repiten, a continuación los definimos:

Especies y poblaciones

(Terrestres)

Ganado y herbívoros

En el parámetro se incluye cualquier tipo de ganado y vida salvaje herbívora presentes en el área de estudio (Dee et al., 1973).

Cultivos

Los cultivos, incluidos el grano y el forraje ocupan una gran parte de la tierra cultivable (Dee et al., 1973), tanto cultivos de ciclo corto como permanente, ubicadas generalmente en sectores de relieve plano a ondulado, los mismos que son utilizados por el hombre como alimento de auto consumo o con fines de industrialización (ENTRIX, 2009).

Vegetación natural

El parámetro vegetación natural describe la porción autotrófica de la comunidad biológica, proporcionando la mayor parte de los alimentos para los animales salvajes y domésticos que están dentro del área del proyecto. Cualquier cambio en el área puede reducir el suministro de alimentos disponible y perturbar la estabilidad del ecosistema (Dee et al., 1973).

Especies dañinas

Las especies dañinas terrestre es un parámetro diseñado para medir cualquier cambio en la distribución y ocurrencia de especies molestas o dañinas para el hombre o sus cultivos, ganado o animales de caza (Dee et al., 1973).

Aves de caza

El parámetro actúa como fuente de recreación y como un indicador de la estabilidad y la productividad de los hábitats que utilizan, son aves salvajes comestibles que pueden ser cazadas (Dee et al., 1973).

(Acuáticas)

Pesca comercial

Son indicativos de cambios en el medio ambiente, por lo tanto, los peces pueden usarse como especies indicadoras de la calidad de agua.

Pesca deportiva

Los peces deportivos son un recurso importante para los pescadores y un indicador útil de la salud y la estabilidad del medio ambiente acuático (Dee et al., 1973).

Aves acuáticas

Las aves acuáticas son una medida importante de la salud de la población de animales del hábitat del humedal. Los humedales proporcionan sitios de anidación para especies residentes y sitios de descanso y alimentación para migrantes (Dee et al., 1973).

Hábitats y comunidades

(Terrestres)

Índice de la red alimentaria

Las comunidades son grupos de especies interconectadas por una red, a través de los cuales los nutrientes y energía pasa de un organismo a otro mediante el consumo, cabe recalcar que cada organismo ocupa un nivel trófico diferente. El nivel más bajo incluye las plantas o productores que fijan la energía solar, el siguiente nivel está conformado por los herbívoros, en el tercero y cuarto se encuentran los omnívoros y depredadores secundarios y terciarios (Dee et al., 1973).

Uso del suelo

La tierra es un recurso valioso y la compatibilidad de los diversos tipos de uso es un aspecto importante del medio ambiente, entre ellos tenemos industrial, comercial, residencial, agrícola, bosque manejado y natural (Dee et al., 1973).

Especies raras y en peligro de extinción

Las especies que son poco comunes, raras o en peligro son particularmente sensibles a cualquier cambio adicional en la calidad del medio ambiente (Dee et al., 1973).

Diversidad de especies

La diversidad de especies es un parámetro medido a menudo, diseñado para medir los cambios de la estabilidad del medio ambiente como resultado de las acciones del proyecto (Dee et al., 1973).

(Acuáticas)

Características fluviales

Las cuencas hidrográficas mantienen la estabilidad del cauce equilibrada al no modificarse los diferentes parámetros que intervienen en los hábitats acuáticos, en el caso de alterarlos, el flujo de agua disminuye provocando la reducción y extinción de biodiversidad (Dee et al., 1973).

7.4.2. Categoría Interés Humano

La categoría de *interés humano* parte desde una visión social, toma en cuenta hechos históricos de la sociedad civil en general, e indicios de eventos naturales producidos por la evolución de la Tierra. “la categoría de interés humano se conforma de 5 componentes: valores educacionales y científicos; valores históricos; culturas; sensaciones y estilos de vida” (Dee et al., 1973).

Cada componente con sus respectivos parámetros, suman 19 originalmente, pero por la ubicación geográfica y realidad social, utilizamos 17 parámetros. Cada parámetro interactúa mostrando dos caras, por un lado aporta al desarrollo económico y social del sector, fomenta el turismo gracias a sus encantos naturales, y se abren nuevas plazas de trabajo; por otro lado, está la destrucción de hábitats nunca antes visitados, pérdida de vestigios de gran transcendencia histórica, e incluso el perjuicio del desarrollo social.

Valores Educativos y Científicos

Arqueológico

La Arqueología es una disciplina, metodológica y analítica, que se interesa por la construcción e interpretaciones del pasado. “Permite localizar y recuperar información por medio de los vestigios, objetos observables sobre las sociedades del pasado y obtener conocimiento de ellas a través de restos materiales que son evidencias físicas sobre nuestro comportamiento y creencias” (Torres, 2014). Sin olvidar que no solo analiza bienes materiales como los vestigios, sino también constricciones ideológico, conocimiento y el pensamiento que modificaron la interacción del humano y el mundo.

Ecológico

La Ecología es la ciencia que estudia a los seres vivos, su ambiente, distribución, abundancia y cómo esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y su ambiente. Con base en (Sánchez y Pontes, 2010) podemos decir que en el medio ambiente se incluyen las propiedades físicas (factores abióticos) como el clima, la humedad, oxígeno, agua, entre otros. El ambiente biológico formada por los organismos vivos que comparten ese hábitat (factores bióticos).

Geología

La Geología estudia la tierra y su objetivo es entender la evolución del planeta y sus habitantes. Según el (Servicio de Geología Mexicano, 2019) la geología “estudia la dinámica de la tierra desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de rocas”. En la actualidad centra su estudio en el estado inorgánico de la materia y los fenómenos naturales.

Hidrología

La hidrología estudia todos los aspectos relacionados al agua, tales como su origen, propiedades, movimiento y su relación con el ambiente. Como señala (García et al., 2014), la hidrología “abarca amplios temas de investigación que engloban los diversos estados del agua en el ciclo hidrológico, tanto en la atmósfera, superficie y subterránea” (p. 1).

Valores Históricos

Arquitectura y Estilos

El objetivo de la arquitectura es llegar a una aproximación monumentalista mediante los criterios estéticos y técnicas de edificación, realizando una mirada de lo antiguo a lo moderno. “Lo que resalta en estas construcciones son los parámetros relacionados con la funcionalidad, técnicas constructivas y materiales empleados, que al agregarse la estética e ideas de estilo son utilizadas en arquitectura moderna (...)” (Maldonado et al., 1998).

Acontecimientos

El acontecimiento indica un punto relevante en la historia, generado por un evento o situación inesperada. (Pinilla, 2005) expresa que “mediante el acontecimiento se puede comprender el conjunto de la sociedad y su evolución, sin necesidad de recorrer toda su historia” (p.246). El acontecimiento subsiste hasta la actualidad gracias a documentos, fotografías, estructuras o sitios significativos.

Personas

La historia contiene hechos importantes, descubrimientos o el inicio de un proceso histórico que ha ido construyendo nuestro futuro. “Dentro de estos procesos siempre se han destacados personas que por alguna cualidad han ayudado a que la historia sea diferente”(Ruiz, 2019). Hay que señalar que hay dos tipos de personajes; los que han actuado solos o en unión con la muchedumbre.

Religiones y Culturas

La religión se asocia a las creencias de pueblos ancestrales, influye en su cultura y costumbres. Utiliza símbolos, objetos o lugares específicos para la práctica de estas creencias como signo de respeto al ser superior. En la revista *Nómadas* (Camarena & Tunal, 2009) señalan que:

La religión y la cultura no son temas aislados, juntas definen la edificación de las sociedades. La religión es una creación humana que tiene un lenguaje e interpretación de la realidad propia que es aceptada por la misma sociedad, se fortalece gracias a que ayuda a construir la personalidad del individuo desde la infancia. (p.13)

Frontera del Oeste

La metodología de Battelle Columbus crea este parámetro por las condiciones histórica del país de origen “Estados Unidos de América”, según (Dee et al., 1973) da a conocer que:

“La historia de los estados incluidos en los proyectos de desarrollo del agua de la Oficina de Reclamación, representa de manera única una era en el país asociada con la frontera occidental”.

Debido a esta razón, este parámetro no es tomado en cuenta dentro del presente estudio, ya que son diferentes los eventos históricos que se han desarrollado en el país.

Culturas

Indios

El parámetro “Indios” que es parte de los 19 parámetros estudiados en la categoría de Interés Humano en SEABC, no será incluido en el presente estudio. Esto se debe a que el término y el uso del significado Indio, no es utilizado correctamente en la construcción del tejido social.

Este término fue creado en el siglo XV por los colonizadores españoles equivocados de su llegada a la India al continente americano. En el sitio web Wambra, (Yuquilema, 2019) expresa que: (...) “este término fue la justificación moral y legal para cometer uno de los más grandes genocidios y epistemicidios del mundo.”

Es mejor utilizar el término etnia por muchos constructos de los significados apropiados por nuestra cultura. Esta es una razón de muchas otras, por las que tomamos esta decisión. En respeto de nuestro Ecuador multiétnico

Grupos Étnicos

La etnicidad significa “pueblo” y hace referencia a sus prácticas culturales y costumbres, que definen su identidad diferenciándolas de otros grupos. Al respecto (Guiddens, 1991) Menciona que:

“Los miembros de los grupos étnicos se ven a sí mismos como culturalmente diferentes de otros agrupamientos de la sociedad y son percibidos por los demás de igual manera. Hay diversas

características que pueden servir para distinguir unos grupos étnicos de otros, pero los más habituales son la lengua, la historia o la ascendencia (real o imaginada), la religión y las formas de vestir y adornarse” (Citado por Galarza, 2010).

Grupos Religiosos

La palabra “Religión” la entendemos como parte de nuestra identidad, que define nuestra cultura, es un cumulo de creencias sobre entes superiores. (Pérez & Merino, 2012) Definen que:

La religión refiere al credo y los conocimientos dogmáticos sobre una entidad divina. La religión implica un vínculo entre el hombre y Dios o los dioses; de acuerdo a sus creencias, la persona regirá su comportamiento según una cierta moral e incurrirá en determinados ritos.

Sensaciones

Admiración

La Admiración es el horizonte subjetivo de “ser” en la construcción de su subjetividad mediante la observación, contemplación y reflexión de la realidad. La Admiración se constituye en el acto de detener la mirada en una cosa o en una realidad puntual. Ahora bien, detenemos la mirada en las cosas y la realidad, justamente porque estas son susceptibles de admirar, de ver.

Aislamiento/Soledad

El aislamiento no solo refiere al hecho de alejarse, (Pérez & Merino, 2014) describe que el “Aislamiento es la acción y efecto de aislar, refiere a dejar algo solo y separado de otras cosas; apartar a una persona de la comunicación y el trato con los demás”. Pero esto va más allá, es buscar un refugio “natural” en muchos casos, que nos aleje del estrés de la vida cotidiana y nos ayude a encontrar nuestro “Yo” interior.

Misterio

Hay lugares, hechos u objetos, que en el humano crean misterio e incluso duda de su existencia y que se mantienen ocultos o es desconocido a la razón humana. Para (Pérez & Gardey, 2013) el Misterio “es aquello que no se puede explicar, comprender o descubrir. Se trata de algo reservado

secreto o recóndito. Las personas tienen tendencia a interesarse en los misterios como algo inaccesible ya que, en caso de ser revelado, perdería su atractivo”.

Integración con la Naturaleza

La convivencia con la naturaleza crea una relación integral sagrada, entre nuestro ser y el medio ambiente, conviviendo con los seres vivos, pero alejado de los “otros”, semejante a nosotros. (RRHHDigital, 2019) Describe que “la integración con la naturaleza, introduce sistemas y procesos naturales en espacios construidos con el objetivo de mejorar la salud, reducir el estrés y aumentar la creatividad y la colaboración”.

Estilos de Vida (Patrones Culturales)

Oportunidades de Empleo

Incluye todas las clasificaciones de empleo que pueden verse afectadas por un proyecto propuesto. Esto puede resultar un aumento en el número de trabajos para un área en particular. Sin embargo, un proyecto también podría eliminar algunos trabajos en un área. EJM: actividades agrícolas, actividades de servicio (Dee et al., 1973).

Vivienda

Vivienda es un espacio físico y el objetivo principal de las políticas estatales es dar habitación a las personas. (Pérez & Gardey, 2013) Argumentan que “la vivienda es un lugar cerrado y cubierto que se construye para que sea habitado. Este tipo de edificación ofrece refugio, protección de condiciones climáticas adversas, además proporciona intimidad y espacio para guardar sus pertenencias y desarrollar actividades cotidianas”. Hay que recordar que el derecho a una vivienda digna, es considerado un derecho humano fundamental.

Interacciones Sociales

La interacción social es la forma de convivencia entre los seres humanos, pero no solo se resume a una convivencia familiar o de parentesco, también integra las relaciones laborales, educativas, deportivas. (Arias, 2009) Menciona que “las interacciones sociales corresponden a las vivencias cotidianas que se desarrollan en un contexto, están impregnadas de opciones valorativas, que se

reflejan a través de la comunicación, las acciones, las actitudes y los comportamientos” (Citado por Chajin & Osiris, 2015).

8. PREGUNTA CIENTIFICA

¿El Sistema de Evaluación Ambiental Battelle Columbus es adecuado para evaluar los impactos Ambientales desde el punto de vista Ecológico y de Interés Humano de la obra Coca Codo Sinclair?

9. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)

La presente investigación es de tipo bibliográfico por esta razón se procedió a la búsqueda de artículos científicos y tesis en las principales bases de datos de EsIA. Las bases de datos utilizadas fueron: Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, SciELO (Scientific Electronic Library Online) y Web of Science. Además se investigó EsIAs realizados para el proyecto: Coca Codo Sinclair construcción de la vía de acceso a la casa de máquinas (ENTRIX, 2009), Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Proyecto Coca Codo Sinclair (EFFICACITAS, 2009). Otra información fundamental como aporte para esta investigación fueron los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de los cantones El Chaco (GAD municipal El Chaco, 2014) y Gonzalo Pizarro (Taipe, 2016) al igual que el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Gonzalo Pizarro (GAD Parroquial Rural de Gonzalo Pizarro, 2015). Para complemento de información recurrimos a EsIAs, EIA, Tesis, Libros, Artículos científicos y periodísticos relacionados con el Proyecto CCS : EIA del Sendero “El Agua y la Vida” (Aldas & Arcos, 2011), EsIA para la fase de desarrollo y producción del bloque Tarapoa (ANDES PETROLEUM ECUADOR LTD., 2019), manuales de la flora y fauna de la Amazonia (González et al., 1991), (COCASINCLAIR, 2013), Análisis de sostenibilidad del turismo en la Reserva de Biosfera Sumaco (Yépez, 2015), (Polanco, 2017), a continuación se empleó los siguientes artículos: Cueva de los Tayos (Brooks, 2017), Desaparición de la cascada San Rafael (Paz, 2020), Beneficios de la integración de la Naturaleza (RRHHDigital, 2019) y el libro Hidroelectricidad y Turismo en la Amazonía (Polanco, 2013). En la estrategia de indagación web, se utilizaron combinaciones de los siguientes términos: Battelle - Columbus, Coca Codo Sinclair, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, Estudio de Impacto Ambiental, Evaluación de Impacto Ambiental.

La mayoría de los estudios referentes al sistema de evaluación de impacto ambiental BC se publicaron en inglés y el país que tiene mayor aplicación de la metodología es el país de origen, Estados Unidos de América. Las primeras investigaciones acerca de la factibilidad de CCS se presentan desde el año 1970, pero es desde el año 1976 que se comienza a realizar Estudio de Impacto Ambiental. La búsqueda de documentos incluyó el idioma inglés y español, se fijó para el período de análisis los años 1972 a 2020. La documentación bibliográfica elegida para el estudio fueron: 20 artículos, 2 EsIAs, 1 EIA, 3 PDOTs, 6 Tesis, 3 Manuales, 16 Libros y 16 sitios Web; que en total se refleja 67 documentos para revisión bibliográfica.

9.1. MÉTODOS

9.1.1. Deductivo

En la presente investigación se empleó el método deductivo, el mismo que parte de lo general a lo específico, en efecto tomamos información de línea base que detalla de forma general las condiciones ambientales del area de estudio antes del proyecto, por consiguiente obtenemos resultados específicos del cambio en la calidad ambiental posterior a la ejecución del proyecto. Mediante este método podemos llegar a conclusiones rigurosas y validas; además permite deducir los fenómenos que se desencadenaran producto de la afectación ambiental.

9.1.2. Instrumentos

Artículos Científicos y Periodísticos

La información fidedigna tomada de los artículos, aportan en la valoración de cada parámetro y definir la calidad ambiental, ya sea desde datos u opiniones fundamentadas en hechos conocidos.

Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT)

Contienen información que muestra la situación del territorio político y su población, se respaldan en datos generados en censos (INEC) y estudios técnicos para identificar las potencialidades, deficiencias o carencias. Este contenido es usado para sustentar el valor dado a ciertos parámetros que no son tomados en cuenta por otros EsIA.

Estudios de Impacto Ambiental (EsIA)

Es un diagnóstico ambiental que identifica, evalúa y valorar los impactos que podrían ocurrir en las zonas de influencia del proyecto. Esta información es base para determinar el valor de calidad ambiental de los parámetros contenidos en cada categoría.

Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA)

Es un proceso de análisis que pronostica futuros efectos ambientales de determinadas acciones, así mismo permite la selección de alternativas que alcancen beneficios y disminuyan impactos. Estos datos se utilizan como respaldo de la valoración de calidad ambiental

Tesis

Es una proposición concreta, desarrollada con una metodología de investigación consistente, los argumentos que ahí se encuentran son válidos para apoyar la evaluación. Acorde al tema de tesis podemos encontrar información que serviría para la valoración de la calidad ambiental de ciertos parámetros en fase ex post del proyecto.

Libros

Es una obra científica que muestra información de temas relevantes, el material extraído es un apoyo para definir conceptos no conocidos, en algunos casos se encuentran datos estadísticos útiles para la valoración de la calidad ambiental, o contiene argumentos que son usados para contrastar opiniones propias.

10. DISEÑO EXPERIMENTAL

No aplica por el tipo de investigación

11. METODOLOGIA DE BATTELLE COLUMBUS

11.1. Categoría Ecología

La evaluación de impacto ambiental para la categoría Ecología es necesario la aplicación de ecuaciones para los 18 parámetros como:

Especies y poblaciones

(Terrestres)

Ganado y herbívoros

$$\% \frac{\text{Hectareas de habitat}}{AU} = \frac{AU}{\text{Producción Neta de Plantas}} \quad (1)$$

Donde la producción neta de planta, corresponde a la producción anual total de plantas de todos los diferentes hábitats de los límites del proyecto (lb/ha/año).

$$\text{Máxima Capacidad} = \sum_1^N \left[\frac{\text{Hectareas de un tipo de habitat}}{\text{Hectareas de habitat/AU}} \right] \quad (2)$$

Donde:

Hectáreas de un tipo de Hábitat = Área total de un pasto

N = Número de tipos de hábitats (ha)

$$\% \text{ Capacidad de carga basada en AU} = \left(\frac{AU \text{ total}}{MC} \right) * 100 \quad (3)$$

Donde:

AU = Unidad animal

MC = Máxima capacidad

Cultivos

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\text{Hectareas del tipo de cultivo} * K)}{\text{Tierra cultivable total}} * 100 \quad (3)$$

Donde:

N = Número de tipos de cultivo (ha)

K = Productividad ponderada

Vegetación natural

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\text{Hectareas del tipo de vegetación} * K)}{\text{Total de tierras no cultivables}} * 100 \quad (4)$$

Donde:

N = Número de tipos de categorías (ha)

K = Productividad ponderada

Especies dañinas

$$\text{Parámetro Estimado} = \sum_1^N (\text{Peso de la categoría} * K) * 100 \quad (5)$$

Donde:

N = Número de categorías

K = Modificador de distribución

Aves de caza

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\text{Área habitada} * K}{\text{Área máxima de hábitat}} * 100 \quad (6)$$

Donde:

K = Modificador que utiliza una relación de la cosecha más reciente (0,25) hasta la cosecha máxima registrada (1,00)

(Acuáticas)

Pesca comercial

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\text{Área habitada} * K}{\text{Superficie máxima de hábitat}} * 100 \quad (7)$$

Donde:

K = Valor en dólares ponderado

Vegetación Natural

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\text{Superficie en hectarias} * K)}{\text{Superficie total de agua}} * 100 \quad (8)$$

Donde:

N = Número de áreas de calidad

K = Clasificación de la calidad del agua

Especies dañinas

$$\text{Parámetro Estimado} = \sum_1^N (\text{Peso de la categoría} * K) * 100 \quad (9)$$

Donde:

N = Número de categorías

K = Modificador de distribución

Pesca deportiva

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\text{Superficie del área} * K)}{\text{Superficie total de agua}} * 100 \quad (10)$$

Donde:

N = Número de áreas de calidad

K = Clasificación de la calidad

Aves de acuáticas

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\text{Área de hábitat de los humedales} * K)}{\text{Superficie total de los humedales}} * 100 \quad (11)$$

Donde:

N = Número de hábitats

K = Modificador de calidad

Hábitats y comunidades

(Terrestres)

Índice de la Red Alimentaria

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\log_{10} \text{Densidad de especies} * K)}{\sum_1^N (\log_{10} \text{Densidad de especies})} * 100 \quad (12)$$

Donde:

N = Número total de especies

K = Modificador de hábitat de alimentación

Uso del suelo

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\text{Área de uso de la tierra} * K)}{\text{Uso total de la tierra}} * 100 \quad (13)$$

Donde:

N = Número de usos de la tierra mientras

K = Tipos de uso de la tierra ponderados

Especies raras y en peligro de extinción

$$\text{Parámetro Estimado} = \text{Peso de las especies mas bajas} \quad (14)$$

Se utilizan siete categorías y a cada una se le asigna un peso.

Diversidad de especies

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\text{Número medio de especies}}{1000 \text{ individuos}} \quad (15)$$

(Acuáticas)

Índice de la red alimentaria

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N \log_{10} \text{Densidad de especies} * K}{\sum_1^N \log_{10} \text{Densidad de especies}} * 100 \quad (16)$$

Donde:

N = Número total de especies

K = Modificador del hábitat de alimentación

Especies raras y en peligro de extinción

$$\text{Parámetro Estimado} = \text{Peso de las especies mas bajas} \quad (17)$$

Se utilizan siete categorías y a cada una se le asigna un peso.

Características fluviales

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N \text{Área de la categoría} * K}{\text{Superficie total del río}} * 100 \quad (18)$$

Donde:

N = Número de categorías

K = Peso de la categoría

Diversidad de especies

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\text{Número medio de especies}}{1000 \text{ individuos}} \quad (19)$$

11.2. Categoría Interés Humano

Es necesaria la aplicación de lineamientos puntuales de evaluación del impacto ambiental en los parámetros de la categoría Interés Humano, a continuación los siguientes:

Valores Educativos y Científicos

Arqueológico

Incluye todo lo que sea demostrativo, vestigios, del pasado prehistórico e histórico en la vida humana y las actividades culturales de un pueblo. EJM: aldeas prehistóricas, las viviendas, los objetos utilizados en las actividades de la vida cotidiana y los restos de plantas o huesos de animales.

Ecológico

Involucra aspectos del medio ambiente que demuestran educacionalmente las interrelaciones entre los organismos y su medio ambiente. EJM: hábitat terrestre o acuático de una especie de planta o animal, que puede ser rara o ya desaparecida y utilizado para ilustración educativa.

Geología

Incluye aspectos del medio ambiente que se suman significativamente al conocimiento de la historia de la tierra y su vida tal como se registra en rocas y estructuras rocosas, y fenómenos geológicos que sirven para ilustrar procesos geológicos inusuales.

Hidrología

Incluye fenómenos de agua inusuales o únicos. Los tipos de fenómenos incluidos en este parámetro son géiseres, aguas termales, manantiales minerales, cascadas y lagos de propiedades inusuales.

Valores Históricos

Arquitectura y Estilos

Las estructuras, los sitios y los objetos pueden servir como ejemplos inusuales de ciertos períodos, estilos o métodos de construcción de valor histórico. Ciertas estructuras pueden ser significativas porque son representativas del trabajo de un maestro de obras, diseñador o arquitecto importante. Al determinar la importancia o el valor de tales estructuras, sitios y objetos, se debe tener en cuenta lo siguiente: ubicación, diseño, entorno, materiales, mano de obra, sentimiento y asociación.

Acontecimientos

Ciertos sitios, estructuras y objetos representan o están asociados con eventos significativos en la historia. Tales eventos podrían ser importantes debido a la influencia que jugaron en el patrón de desarrollo. Ejemplos de tales eventos son los campos de batalla, los lugares de nacimiento, las tumbas y las ubicaciones de descubrimientos significativos.

Personas

Hay muchas personas que se consideran de gran importancia en la historia. Este parámetro incluye sitios, estructuras y objetos significativos asociados con las vidas, carreras y actividades de tales personas.

Religiones y Culturas

Los sitios, objetos y estructuras de importancia histórica relacionados con las religiones y culturas son aquellos que han sido importantes en el pasado y que no se utilizan en la actualidad como parte de la práctica de una religión o cultura. EJEM: son cementerios, áreas de importancia religiosa para las tribus del pasado, edificios de iglesias, misiones, cementerios.

Culturas

Grupos Étnicos

Cada proyecto propuesto debe ser revisado para determinar si afectará adversa o beneficiosamente las prácticas culturales de cualquier grupo étnico. Si es así, se debe realizar una evaluación con y sin, utilizando la función de valor para indicar la importancia de los efectos para las etnias.

Grupos Religiosos

Cada proyecto propuesto debe ser revisado para determinar si afectará adversa o beneficiosamente las prácticas culturales de cualquier otro grupo religioso. Si es así, se debe realizar una evaluación con y sin, utilizando la función de valor para indicar la importancia de los efectos para cualquier grupo religioso.

Sensaciones

Admiración

Se refiere al sentimiento o respeto del “ser” hacia la naturaleza que es el resultado de estar abrumado por la naturaleza de un lugar.

Aislamiento/Soledad

Se refiere a un estado de lejanía, un lugar apartado, un lugar donde uno puede ir a estar solo. Los conceptos de las personas sobre lo que constituye un lugar de aislamiento o soledad variarán considerablemente dependiendo de sus antecedentes y experiencia.

Misterio

Ciertos lugares son de interés para las personas porque proporcionan un elemento de misterio por explorar: una sensación de lo desconocido.

Integración con la Naturaleza

Este concepto tiene que ver con el sentimiento de una persona de ser parte de un lugar y el sentimiento de que el lugar es una parte integral de él. Muchas personas sienten que este sentimiento es necesario antes de poder "encontrarse" a sí mismo, o que el sentimiento es necesario para la renovación del espíritu del hombre.

Estilos de Vida (Patrones Culturales)

Oportunidades de Empleo

Incluye todas las clasificaciones de empleo que pueden verse afectadas por un proyecto propuesto. Esto puede resultar un aumento en el número de trabajos para un área en particular. Sin embargo, un proyecto también podría eliminar algunos trabajos en un área.

Vivienda

La vivienda incluye el lugar físico de residencia, el área de patio, toda la propiedad. Estos se incluyen en el Sistema de Evaluación Ambiental porque a menudo se ven afectados por proyectos de desarrollo de recursos hídricos. Las casas y pueblos a veces deben ser reubicados; a menudo se

pierden propiedades. Deben encontrar nuevas viviendas y propiedades y los problemas involucrados en la reubicación deben considerarse en una evaluación de impacto.

Interacciones Sociales

La interacción social como parámetro es un intento de tener en cuenta las muchas actividades que forman parte de la vida de las personas y que no se pueden tener en cuenta en los parámetros, oportunidades de empleo y vivienda. Por lo tanto, todos los efectos que resultan en la interrupción o la mejora de las interacciones sociales deben considerarse.

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

12.1. Aplicación de la metodología del Battelle Columbus (BC)

12.1.1. Categoría Ecología

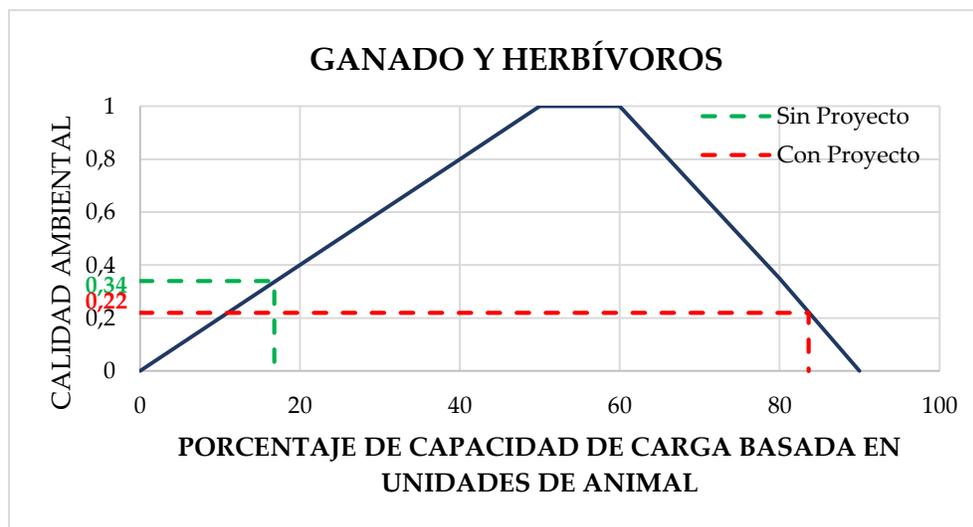
Especies y poblaciones

(Terrestres)

Ganado y herbívoros

Para establecer la calidad en este parámetro, se emplea la figura (N° 5) que va desde 0 a 100 en el eje X, y de 0 a 1 en el eje Y, donde la calidad ambiental es 1 es decir que es excelente, está en un rango de 50 a 60 de ganado y herbívoros.

Figura 5: Ganado y herbívoros



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

En el área del proyecto se determinó que 51380 ha, de hábitat son ocupados por 7 tipos de pastos según la tabla N°6, encontrándose 9490lb/año de cabezas de ganado bovino (González et al., 1991).

Tabla 6: Rendimiento promedio de pastos (lb/ha/año)

Pastos	(lb./ha/año)
Brachiaria brizantha	74791,82
Brachiaria dictyoneura	52778,66
Brachiaria humidicola	63817,21
Centrosema puebecens	28668,91
Desmodium heterophyllum	22125,59
Stylosanthes quianensis	44526,76
Arachis pintoi	19063,37
Producción Neta de Plantas	305772,32

Fuente: (González et al., 1991)

$$\frac{\text{Hectáreas de hábitat}}{AU} = \frac{9490\text{lb/año}}{305772,32\text{lb/ha/año}}$$

$$\frac{\text{Hectáreas de hábitat}}{AU} = 0,031$$

$$\text{Máxima Capacidad} = \sum_1^7 \left[\frac{305772,32\text{lb/ha/año}}{\frac{51380\text{ha}}{9490\text{lb/año}}} \right]$$

$$\text{Máxima Capacidad} = 56476,82$$

$$\text{Parámetro Estimado} = \left(\frac{9490\text{lb/año}}{56476,82} \right) * 100$$

% Capacidad de carga basada en AU = 16,80%

Al no existir impacto en la zona, los diferentes tipos de pastos son cultivados cada 3 meses, donde se determinó la existencia de 16,80% de ganado y herbívoros, que corresponde al 0,34 de calidad ambiental (figura N° 5).

- Con proyecto

El área donde se encuentra los diferentes pastos se ha incrementado debido a que los habitantes de la zona se dedican a la ganadería y agricultura, presentando 293380ha., de hábitat ocupados por 7 tipos de pastos según la tabla N°7, y 9490lb/año de cabezas de ganado bovino (ENTRIX, 2009).

Tabla 7: Rendimiento promedio de pastos (lb/ha/año)

Pastos	(lb./ha/año)
Brachiaria brizantha	81892,02
Brachiaria dictyoneura	49677,39
Brachiaria humidicola	76191,01
Centrosema puebecens	37616
Desmodium heterophyllum	30161,34
Stylosanthes quianensis	50164,96
Arachis pintoi	25035,42
Producción Neta de Plantas	350738,14

Fuente: (González et al., 1991)

$$\frac{\text{Hectáreas de hábitat}}{AU} = \frac{9490\text{lb/año}}{350738,14\text{lb/ha/año}}$$

$$\frac{\text{Hectáreas de hábitat}}{AU} = 0,02$$

$$\text{Máxima Capacidad} = \sum_1^7 \left[\frac{350738,14\text{lb/ha/año}}{\frac{293380\text{ha}}{9490\text{lb/año}}} \right]$$

Máxima Capacidad = 11345,37

$$\text{Parámetro Estimado} = \left(\frac{9490 \text{ lb/año}}{11345,37} \right) * 100$$

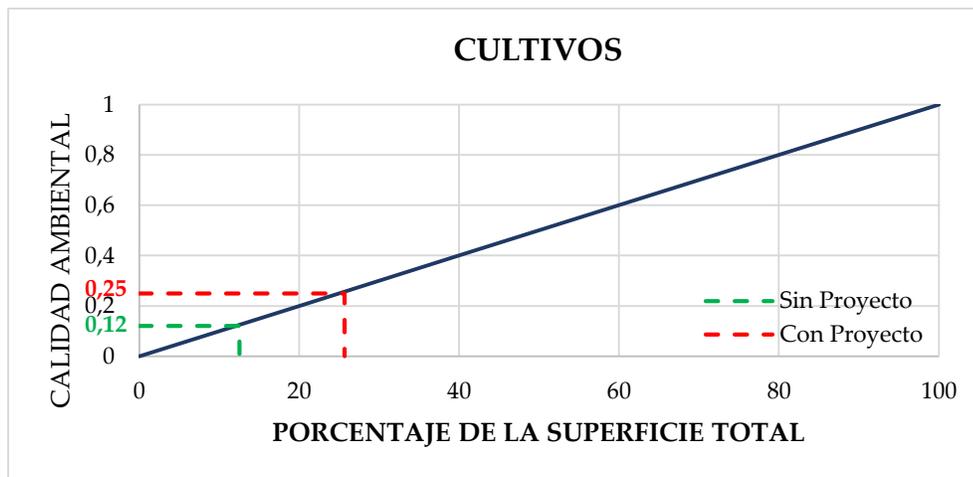
% Capacidad de carga basada en AU = 83,64%

El parámetro ganado y herbívoros al implementarse el proyecto podría incrementarse, puesto que los agricultores del sector optan por reemplazar por completo la vegetación natural por potreros y pastos cultivables, lo que serviría como alimento para el ganado bovino, el mismo sustentaría la economía de los pobladores de la zona (ENTRIX, 2009). De tal manera el parámetro presenta 83,64% de ganado y herbívoros mientras su calidad ambiental se reduce a 0,22 según la figura N° 5.

Cultivos

Para establecer la calidad en este parámetro, se emplea la figura (N° 6) que va desde 0 a 100 en el eje X, y de 0 a 1 en el eje Y, donde 0 indica una mala calidad y 1 el estado ideal de calidad ambiental.

Figura 6: Cultivos



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

El área total de la tierra cultivable en el año 1990 era de 272,22 ha., en donde el 0,27% (136,59 ha) pertenece a diferentes tipos de cultivos, y de acuerdo a la Tabla N°8, se obtuvo una ponderación productiva de 0,25 (GAD Parroquial Rural de Gonzalo Pizarro, 2015).

Tabla 8: Tipos de Cultivos

Cultivos	Ha
Café	34,68
Plátano	42,55
Yuca	25,75
Maíz	33,61
Forraje	29, 37
Total	136,59

Fuente: (GAD Parroquial Rural de Gonzalo Pizarro, 2015)

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^5(136,59 \text{ ha} * 0,25)}{272,22 \text{ ha}} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 12,54\%$$

Las áreas de relieves planos a ondulados suaves, de llanura o meseta, que se localizan en el sector del Alto Coca y en las terrazas del río Coca, están ocupadas en algunos casos por cultivos de carácter permanente y/o anuales. Por otro lado la clase de suelo VI por lo general no son adecuadas para cultivos intensivos, aunque lo serían, con limitaciones, para cultivos de carácter permanente, evaluando la presencia del 12,54 % de cultivos, y 0,12 de calidad ambiental según la figura N° 6.

- Con proyecto

Los cultivos anuales de la parroquia El Reventador acrecentó para el 2010, el tamaño de la superficie de la tierra cultivable ascendió a 5940 ha., por lo tanto la extensión de tipo de cultivos pasaría de 136.59 ha a 3048.84 ha, y de acuerdo a la Tabla N°9, se obtuvo una ponderación productiva de 0,50 (GAD Parroquial Rural de Gonzalo Pizarro, 2015).

Tabla 9. Tipos de Cultivos

Cultivos	Ha
Café	488,81
Plátano	823,67
Yuca	577,32
Maíz	548,78
Forraje	610,26
Total	3048,84

Fuente: (GAD Parroquial Rural de Gonzalo Pizarro, 2015)

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^5(3048,84 \text{ ha} * 0,50)}{5940 \text{ ha}} * 100$$

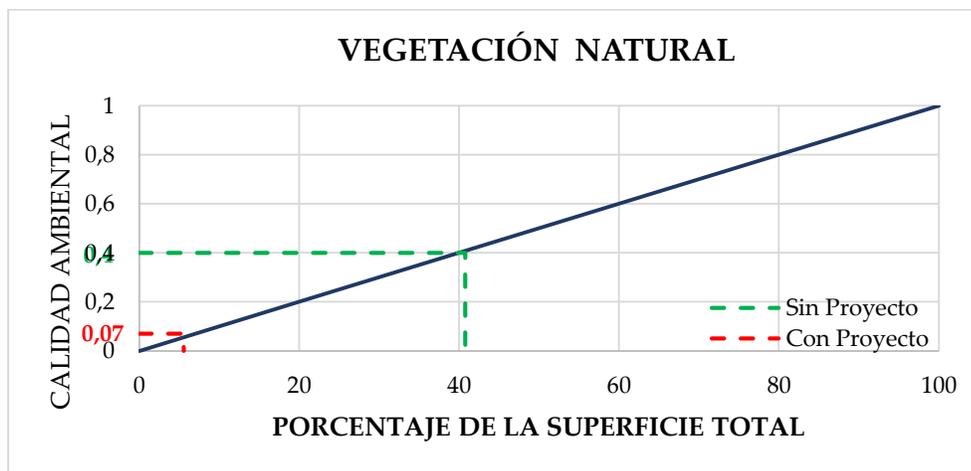
$$\text{Parámetro Estimado} = 25,66\%$$

En las zonas cercanas al proyecto se ha reemplazado por completo la vegetación natural por cultivos como el café, plátano, yuca, maíz y forraje, lo que aumentaría la superficie de los cultivos y su producción anual, sustentando la economía de los pobladores de la zona. Determinando que el parámetro presenta 25,66% de cultivos mientras su calidad ambiental corresponde a 0,25 según la figura N° 6.

Vegetación natural

Para establecer la calidad en este parámetro, se emplea la figura (N° 7) que va desde 0 a 100 en el eje X, y de 0 a 1 en el eje Y, donde el rango de 80 a 100 indica una buena calidad ambiental.

Figura 7: Vegetación Natural



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

En el área predomina la cobertura de bosque natural con 21890,46 ha, con un peso de 0,17; mientras que los pastizales cubren una área de 135,63 ha, con un peso de 0,33 y el total de tierras no cultivables abarca 9234,8 ha (GAD Parroquial Rural de Gonzalo Pizarro 2015).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_2^N (21890,46 * 0,17) + (135,63 * 0,33)}{9234,8} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 40,78\%$$

De acuerdo a los datos evaluados se ha determinado la existencia de 40,78% vegetación natural lo que corresponde a 0,4 de calidad ambiental, según la figura N° 7.

- Con proyecto

El área presentaría la pérdida de bosque nativo reduciendo a 9646,07 ha, y con un peso de 0,17; en cuanto a los pastizales su área podría ascender a 7191,62 ha; y el total de tierras no cultivables sería de 72050 ha, esto pasaría debido al aumento de cultivos (GAD Parroquial Rural de Gonzalo Pizarro, 2015).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_2^N (9646,07 * 0,17) + (7191,62 * 0,33)}{72050} * 100$$

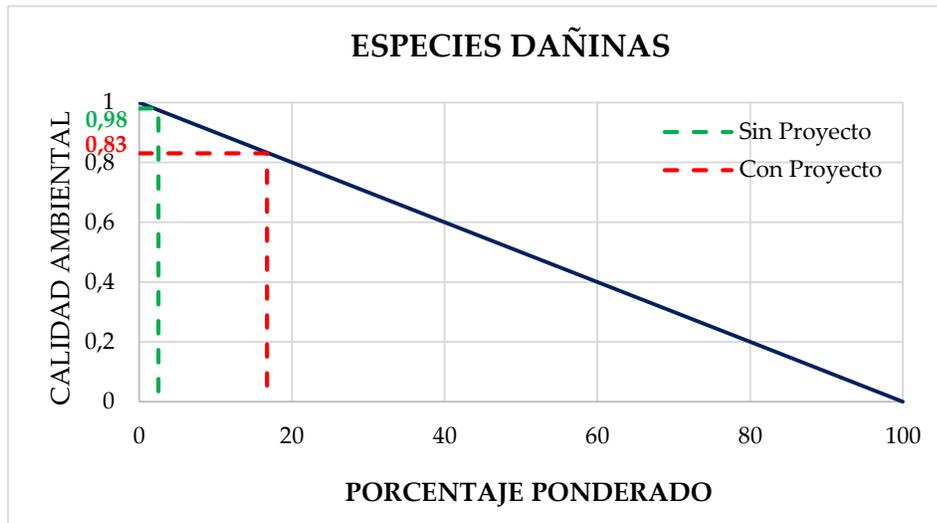
$$\text{Parámetro Estimado} = 5,56\%$$

La vegetación natural se modificaría, al incrementarse la superficie de tierras no cultivables, debido a que el suelo se podría ver alterado por las diferentes actividades ejecutadas por la hidroeléctrica. Obteniendo 5,56% de vegetación natural, con una calidad ambiental baja de 0,07 según la figura N° 7.

Especies dañinas

El eje Y, indica valores de 0 a 1 de la calidad ambiental. A lo largo del eje X (horizontal), se indica el porcentaje ponderado del parámetro especies dañinas con un rango que va de 0 a 100, según figura (N° 7).

Figura 8: Especies dañinas



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

La presencia y ataque de insectos de los siguientes órdenes: *Coleóptera* (Crisornélidos), *Orthópteras* (Grillos), *Hyrnenópteras* (Hormigas) se encontraron en un porcentaje de 1 a 10, valor que no impide el desarrollo de los diferentes cultivos (González et al., 1991). Determinando que la incidencia de plagas es insignificante, presentando una distribución ausente de 0,10; con un peso de 0,25.

$$\text{Parámetro Estimado} = \sum_1^N (0,10 * 0,25) * 100$$

Parámetro Estimado = 2,5%

El parámetro especies de plagas en el área del proyecto tiene bajo alcance y es controlado fácilmente con el pastoreo periódico, presentándose 2,5% de plagas con una excelente calidad ambiental de 0,98 (figura N° 8).

- Con proyecto

En el área de ejecución del proyecto, uno de los principales grupos tróficos corresponde a los Insectívoros, que son controladores biológicos de las poblaciones de Insectos (entre ellos muchas plagas). Determinándose que existiría una distribución intermedia de 0,67; con un peso de 0,25 correspondiente a plagas, (ENTRIX, 2009).

$$Parámetro Estimado = \sum_1^N (0,67 * 0,25) * 100$$

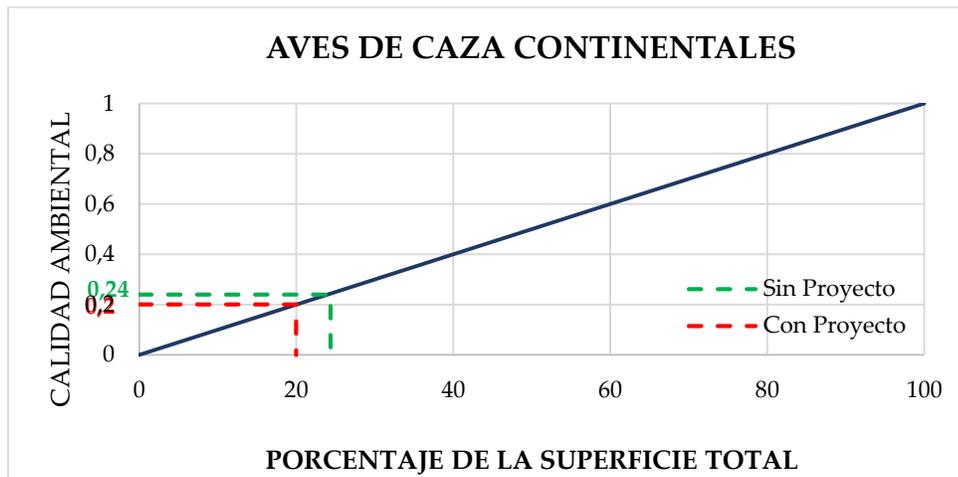
Parámetro Estimado = 16,75%

En cuanto mayores sean las precipitaciones, la posibilidad de desarrollo agroproductivo es menor, debido a la presencia de exceso de agua en el suelo, y también por la proliferación de plagas. Obteniendo un 16,75% de especies de plagas, que corresponde a 0,83 de calidad ambiental, según la figura N° 8.

Aves de caza continentales

Para evaluar la calidad ambiental asociada a este parámetro, se utiliza la figura (N° 9) donde el eje X corresponde a las aves de caza continentales, mientras el eje Y indica el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

Figura 9: Aves de caza



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

Dentro de la diversidad de aves registradas en el área del proyecto, se destacan dos familias por su riqueza de especies, que son: Tyrannidae (Tiranos, Mosqueros) con 5 especies, representando el 14,7% del total de las especies y Psittacidae (Loros) con 4 especies, representan el 11,8% del total de las especies registradas. El resto de familias reportadas estuvieron representadas por 3 y 2 especies, ocupando una área máxima de hábitat de 360000 ha, en donde 350765,2 ha representa la área habitada y el modificador de la cosecha anual es de 0,25 (ENTRIX, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{350765,2 * 0,25}{360000} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 24,35\%$$

La densidad y el área utilizada por los diferentes animales que habitan en esta zona son los más adecuados para las aves de caza de las tierras altas, siendo los mejores indicadores faunísticos. Evaluado el parámetro se determinó la existencia de 23,35% de aves de caza, correspondiente a 0,25 de calidad ambiental, según figura N° 9.

- Con proyecto

El desbroce y la pérdida de vegetación podrían reducir a 287950 ha de área habitada, estas zonas constituyen refugios importantes para las poblaciones de aves, donde pueden encontrar fuentes de alimentación, sitios de anidación y de reproducción por ende existiría la restricción de aves, manteniéndose el área máxima de hábitat de 360000 ha y el modificador de la cosecha anual registrada es de 0,25 (ENTRIX, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{287950 * 0,25}{360000} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 19,99\%$$

La ampliación de la frontera agrícola y el desbroce de la cobertura vegetal podrían producir la pérdida del área habitada, trayendo como consecuencia la migración de aves hacia zonas de mayor abundancia, e inclusive al reducirse la alimentación estas especies han desaparecido, según la figura N° 9 indica que se ha encontrado el 19,99% de aves de caza, con una calidad ambiental de 0,2.

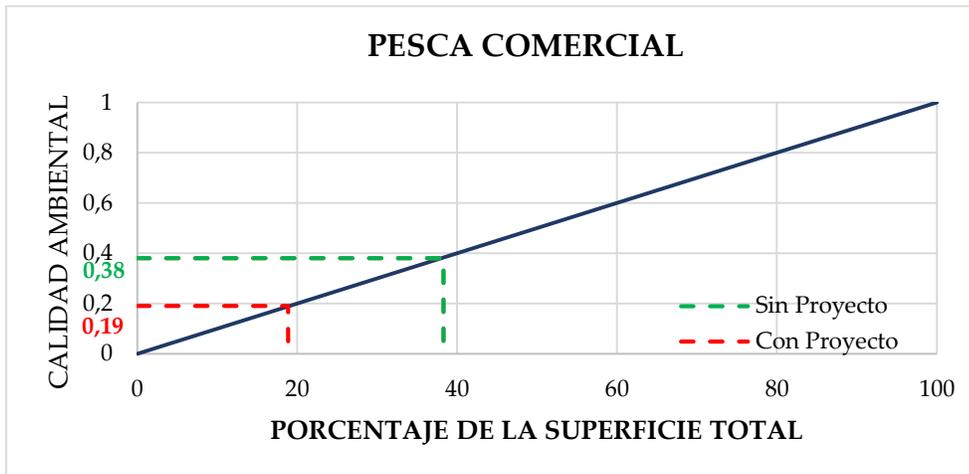
(Acuáticas)

Pesca comercial

Para establecer la calidad en este parámetro se emplea la figura (N° 10) donde el eje X está representado por el porcentaje de la pesca comercial, mientras el eje Y, determina el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

Cabe mencionar que no se cuenta con el valor de este parámetro en los EsIAs de CCS, debido a que los peces capturados de los ríos de Sardina Grande, Oyacachi, Malo y Salado son los únicos lugares en el que se mencionan que hay este tipo de especies pero en cantidades mínimas, que quienes aprovechan este recurso solo lo capturan para el consumo familiar y no para comercializarlo. Para su explicación tomamos datos de la reevaluación del EsIA para la fase de desarrollo y producción del bloque Tarapoa.

Figura 10: Pesca comercial



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

El cantón Cuyabeno de acuerdo con los datos del INEC (2010) la principal ocupación de la población por rama de actividades es la pesca de bocachico, barbudo, bagre, viejas y guanchiche son las especies comercializadas, su área habitada es de 222421,40 ha; mientras que la superficie máxima de hábitat es de 389014 ha y con un valor ponderado es de 0,67 (ANDES PETROLEUM ECUADOR LTD., 2019).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{222421,40 * 0,67}{389014} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 38,30\%$$

Según la figura N° 10, se determinó que en el cantón Cuyabeno realiza pesca comercial en un 38,30%, correspondiente a 0,38 de calidad ambiental.

- Con proyecto

El área habitada y la superficie máxima de hábitat se mantienen en las mismas hectáreas, por otro lado la comercialización de las diferentes especies en los últimos años se podría ver reducida, debido a la alteración del río Aguarico por derrames de hidrocarburos, lixiviados y descargas con metales pesados, obteniendo un valor de 0,33 (ANDES PETROLEUM ECUADOR LTD., 2019).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{222421,40 * 0,33}{389014} * 100$$

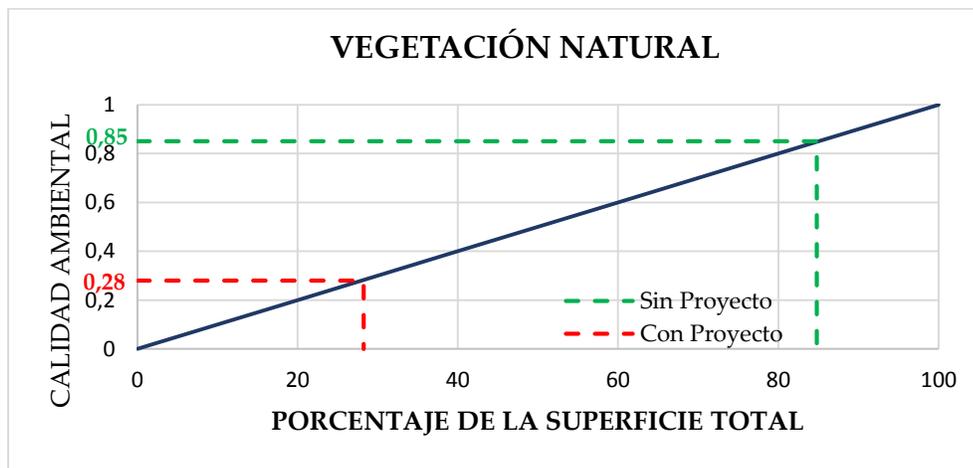
$$\text{Parámetro Estimado} = 18,86\%$$

De acuerdo a las diferentes actividades realizadas cerca de la cuenca Aguarico se generaría diferentes impactos negativos, reduciendo a 18,86% de pesca comercial, por tanto su calidad ambiental es de 0,19; según figura N° 10.

Vegetación Natural

Para establecer la calidad en este parámetro, se emplea la figura (N° 11) donde el eje X está representado por el porcentaje de la vegetación natural, por otro lado el eje Y representa el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es una calidad excelente del parámetro y 0 de mala calidad.

Figura 11: Vegetación Natural



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

La superficie total del recorrido del río es de 61,90 ha, donde se evidencio la presencia de algas unicelulares planctónicas y diatomeas; y de acuerdo al reporte de análisis de laboratorio de las 8 muestras recolectadas se determinó que la productividad de las plantas va de moderada a alta con un valor de 0,75; y su superficie corresponde a 70ha (EFFICACITAS, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (70 * 0,75)}{61,90} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 84,81\%$$

La presencia de estas algas actúan como indicadoras de buena calidad de agua, son muy importantes participan en la captación de energía lumínica para el proceso de la fotosíntesis, determinando la existencia de 84,81% de vegetación acuática, correspondiente a 0,85 de calidad ambiental, según figura N° 11 (EFFICACITAS, 2009).

- Con proyecto

La superficie total de agua es de 61,90 ha y lo que se establecería la baja productividad de plantas, por lo mismo la mala calidad de agua asignando un valor de 0,25; con una superficie de 70 ha, (EFFICACITAS, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (70 * 0,25)}{61,90} * 100$$

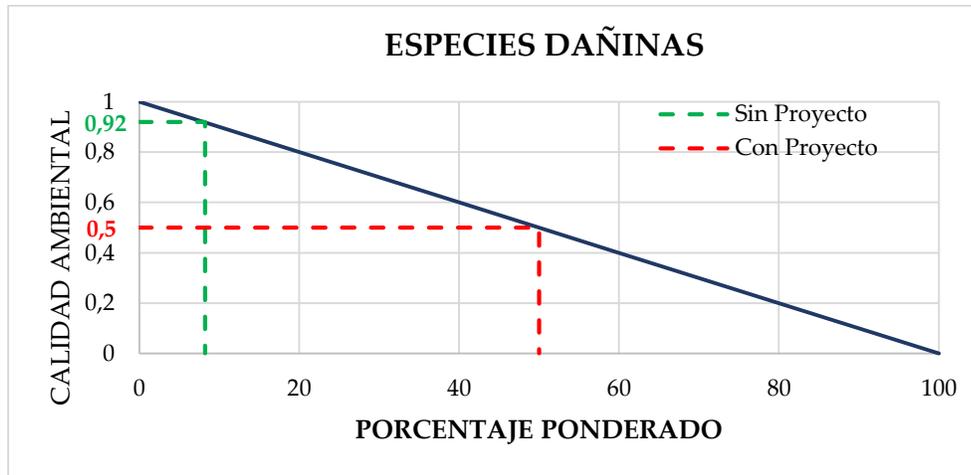
$$\text{Parámetro Estimado} = 28,27\%$$

La reducción de este tipo de algas se podría notar notablemente, presentando el 28,27% de vegetación natural que corresponde a 0,28 de calidad ambiental según figura N° 11, esto se debe a la modificación del caudal que altera los ecosistemas fluviales.

Especies dañinas

Para establecer la calidad en este parámetro, se emplea la figura (N° 12) donde el eje X está representado el porcentaje de especies dañinas que va de 0 a 100, mientras el eje Y muestra el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1.

Figura 12: Especies Dañinas



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

En el área del proyecto se encontró pocas especies de dinoflagelados que actúan como plagas rompiendo el equilibrio biológico y su peso corresponde a 0,25 (EFFICACITAS, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \sum_{1}^{N} (0,25 * 33) * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 8,25\%$$

Según figura N° 12, en el área de estudio se halló el 8,25% de especies dañinas que corresponde a 0,92 de calidad ambiental.

- Con proyecto

El represamiento de las aguas ha impedido la libre circulación de especies lo que provocaría la reducción de sitios de desove, reproducción y hábitats, esto generaría un desequilibrio ecosistémico

aumentando de forma generalizada la presencia de cianobacterias y de dinoflagelados, obteniendo un peso de 0,25. (EFFICACITAS, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \sum_1^N (0,50 * 1) * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 50\%$$

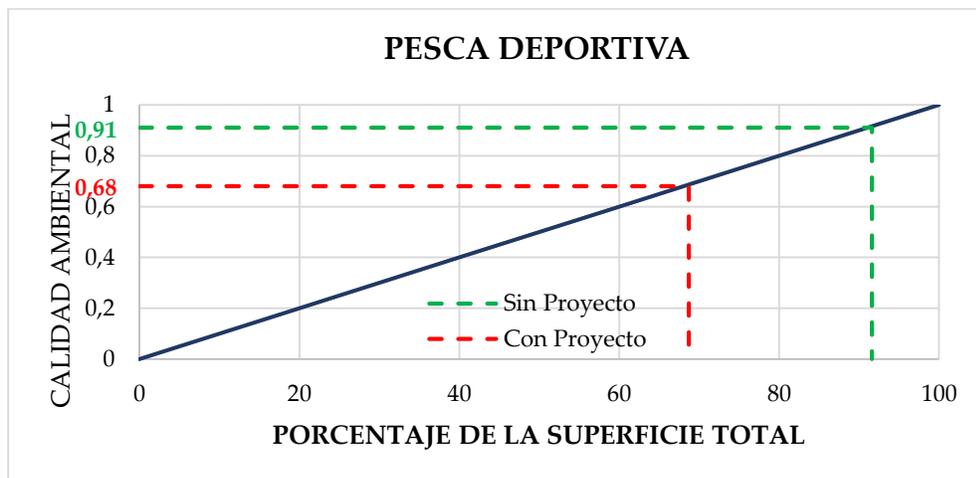
En el área que abarca el proyecto se evidenciaría la existencia de 50% de especies dañinas lo que reduciría su calidad ambiental 0,5; según figura N° 12.

Pesca deportiva

Para establecer la calidad en este parámetro se emplea la figura (N° 13) donde el eje X está representado por el porcentaje de la pesca comercial, mientras el eje Y, determina el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

El proyecto no presenta datos para la evaluación del parámetro, puesto que la pesca continental en esta región es solo para consumo doméstico, no constituye una actividad social y económica para las comunidades ribereñas, y para su explicación se obtuvo valores de la Evaluación del impacto ambiental ocasionado por las actividades ecoturísticas en el Sendero “El Agua y la Vida”.

Figura 13: Pesca deportiva



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

La pesca deportiva es la actividad preferida de los turistas que visitan el área, esto implica un impacto a nivel ecológico en la laguna; gran población de peces entre los más abundantes están las truchas de tipo arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de tamaño promedio de 50cm. Ocupando una área de 274,82 ha que equivale al 22,2% del total; y la superficie del agua es de 300 ha, con una calidad de 1 (Aldas & Arcos, 2011).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{274,82 * 1}{300} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 91,60\%$$

Se ha determinado que el parámetro pesca deportiva lo realizan en un 91,60% correspondiente a 0,91 de calidad ambiental, lo que quiere decir que la calidad de agua de la laguna es muy buena, según figura N° 13.

- Con proyecto

La población de peces no se vería afectada a gran escala, debido a que la pesca se lo realiza ocasionalmente, con un valor de 0,75; manteniéndose la superficie del área y del agua.

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{274,82 * 0,75}{300} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 68,70\%$$

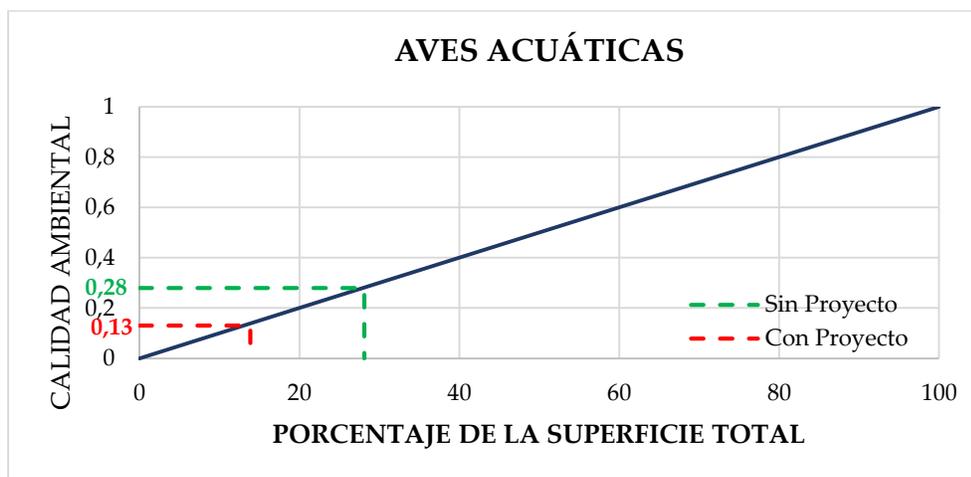
Al sufrir un impacto leve en cuanto a las actividades ecoturísticas el porcentaje de pesca deportiva se reduciría a 68,70; con una calidad ambiental de 0,68 según figura N° 13.

Aves acuáticas

El eje Y, indica valores de 0 a 1 de la calidad ambiental. A lo largo del eje X (horizontal), se indica el porcentaje ponderado del parámetro aves acuáticas su rango va de 0 a 100, según figura (N° 14).

El área total del proyecto no presenta humedales, por lo tanto la existencia de aves acuáticas es nula, y para su explicación se trabajó con valores de la Evaluación del impacto ambiental ocasionado por las actividades ecoturísticas en el Sendero “El Agua y la Vida”.

Figura 14: Aves acuáticas



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

El parámetro fue obtenido en base al método de observación e identificación, tomando en cuenta la importancia de la presencia de estas aves en la laguna, existe 125,98 ha de área hábitat y 300 ha corresponde a la superficie total de humedales, con una calidad de agua de 0,67 (Aldas & Arcos, 2011).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{125,98 * 0,67}{300} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 28,13\%$$

La presencia del parámetro es de 28,13% correspondiente a 0,28 de calidad ambiental según figura N°14.

- Con proyecto

Algunas especies de aves acuáticas se verían afectadas con la presencia de los turistas. El área de la laguna es grande por lo que las aves se alejarían hacia otros sectores, por lo que la calidad de agua es de 0,33 (Aldas & Arcos, 2011).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{125,98 * 0,33}{300} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 13,85\%$$

Según figura N° 14, se determina la presencia de 13,85% de aves acuáticas dentro del sendero y en cuanto a su calidad ambiental es de 0,13; reducida debido a las diferentes actividades que podría desarrollarse en el lugar.

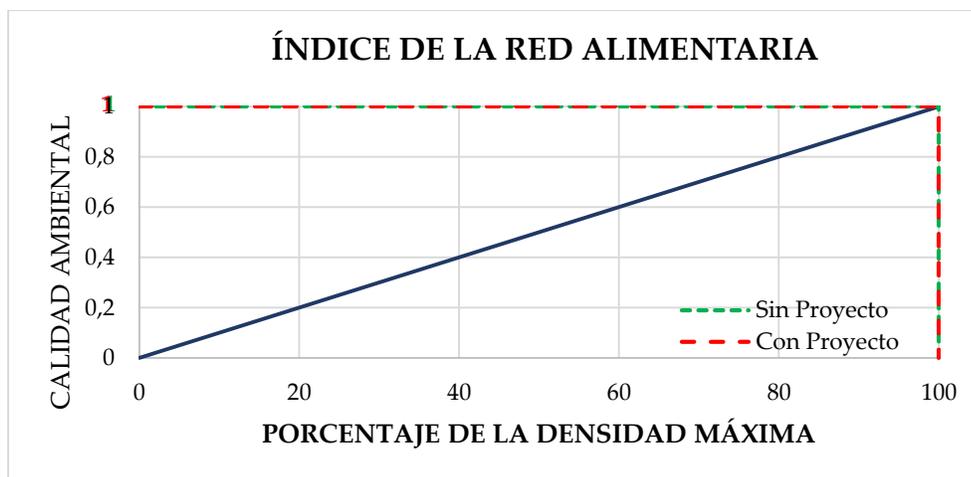
Hábitats y comunidades

(Terrestres)

Índice de la red alimentaria

Para establecer la calidad en este parámetro se emplea la figura (N° 15) donde el eje X está representado por el porcentaje del índice de la red alimentaria, mientras el eje Y, determina el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

Figura 15: Índice de la red alimentaria



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

EL orden más abundante en el área de estudio es la carnívora, las especies de mamíferos registradas son *Felidae*, *Mustelidae*, *Procyonidae* y *Ursidae*; y su densidad es 2 y el peso tiene un valor de 1, (EFFICACITAS, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\log_{10} 2 * 1)}{\sum_1^N (\log_{10} 2)} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 100\%$$

De acuerdo a la figura N ° 15, de evaluó la existencia de 100% de índice de red alimentaria, con una calidad ambiental de 1, es decir que es excelente.

- Con proyecto

Se identificaría la presencia de *Leopardus pardalis*, *Panthera onca* y *Lontra longicaudis* este tipo de especies se adapta a ambientes alterado, tomando un valor de peso de 1, mientras que su densidad es 2, (COCASINCLAIR, 2013).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (\log_{10} 2 * 1)}{\sum_1^N (\log_{10} 2)} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 100\%$$

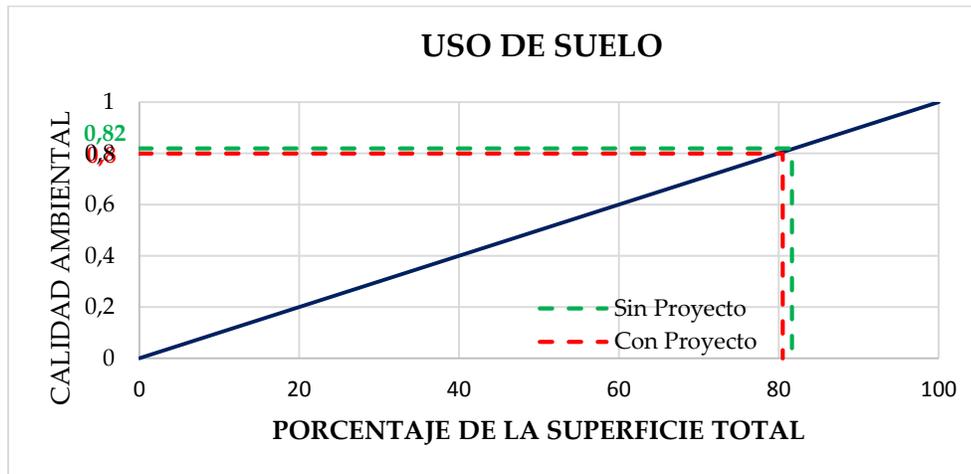
El índice de red alimentaria se ha mantenido en 100%, y su calidad ambiental en 1, a pesar del impacto que podría sufrir, esto se debe a las especies que se adaptan a cualquier cambio (figura N° 15).

Uso del suelo

Para establecer la calidad en este parámetro se emplea la figura (N° 16) donde el eje X está representado por el porcentaje del uso del suelo, mientras el eje Y, determina el índice de calidad

ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

Figura 16: Uso de suelo



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

En el área se ha encontrado bosques naturales cubiertos de vegetación primaria y secundaria que se halla sin ocupación o intervención humana, representada por especies nativas arbóreas mayores a los 15m de altura, con un peso de 1,0; este parámetro en el año 2000 mantenía una superficie de 285046,88 ha; y con un uso total de tierra de 349053,94 ha (GAD municipal El Chaco, 2014).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (285046,88 * 1,0)}{349053,94} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 81,66\%$$

Con la deforestación de los bosques nativos y el incremento de la frontera agrícola se ha reducido a 80,50% del uso de suelo, que corresponde a 0,82 de calidad ambiental, según figura N° 16.

- Con proyecto

En el 2014 el uso total de tierra se mantendría con 349053,94 ha, mientras que la superficie de bosques naturales se reduciría a 281021,78 ha, es decir se deforestó 1,15%, y su peso de 1,0 (GAD municipal El Chaco, 2014).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N (281021,78 * 1,0)}{349053,94} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 80,50\%$$

Con la deforestación de los bosques nativos y el incremento de la frontera agrícola se podría reducir a 80,50% del uso de suelo, que corresponde a 0,8 de calidad ambiental, según figura N° 16.

Especies raras y en peligro de extinción

Para establecer la calidad en este parámetro se emplea la figura (N° 17) donde el eje X está representado por el porcentaje de especies raras y en peligro de extinción, mientras el eje Y, determina el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

Figura 17: Especies raras y en peligro de extinción



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

En el área de estudio se encontró en poca abundancia la especie *Geissanthus challuayacus* de la familia *Myrsinaceae* y se le asigna el valor 5 correspondiente al peso (EFFICACITAS, 2009).

Parámetro Estimado = 5

Evaluated el parámetro se determinó la existencia de 5 escala de valores ponderados de especies raras y en peligro de extinción lo que corresponde a 0,5 de calidad ambiental, según figura N° 17.

- Con proyecto

Se han registrado 9 especies que corresponden del total de especies y el riesgo de extinción es alto para 2 especies que se encuentra en la categoría vulnerable como lo es: *Alchornea glandulosa* y *Matisia Obliquifolia*; tomando un valor de peso de 1 (EFFICACITAS, 2009).

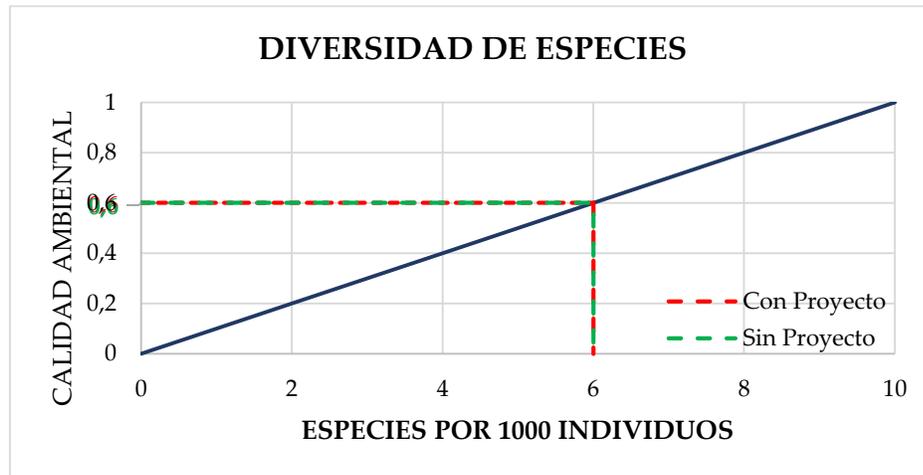
Parámetro Estimado = 1

Se comprobó la existencia de 1 escala de valores ponderados de especies raras y en peligro de extinción lo que corresponde a 0,1 de calidad ambiental, según la figura N° 17.

Diversidad de especies

Para establecer la calidad en este parámetro se emplea la figura (N° 17) donde el eje X está representado por el porcentaje de diversidad de especies, mientras el eje Y, determina el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

Figura 17: Diversidad de especies



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

El Parque Nacional de Sumaco ubicado cerca al área del proyecto presenta una gran diversidad de especies de flora y fauna, determinando la existencia de más de 6000 especies de plantas identificadas, encontrándose la mayor diversidad de árboles (ENTRIX, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{6\ 000}{1000\ \text{individuos}}$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 6$$

La diversidad de especies registrada en el análisis cuantitativo nos indica que es alta, según la figura N° 17, se encontró 6 especies por 1000 individuos, mientras su calidad ambiental corresponde a 0,6.

- Con proyecto

La cobertura natural siempreverde formada por especies arbóreas, que no han recibido intervención humana, o ha sido mínima, se mantendría en 6000 especies, esta vegetación predomina en el sector del alto Coca y en el sector norte del área de estudio en el Bosque Protector Parte Alta y Media del Río Tigre (ENTRIX, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{6\ 000}{1000 \text{ individuos}}$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 6$$

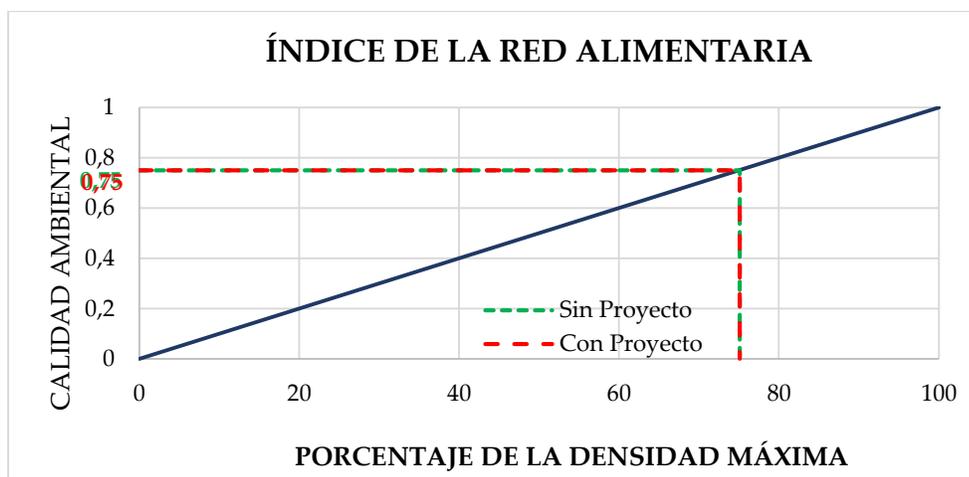
Al no existir una intervención elevada se mantendría la presencia de 6 especies por 1000 individuos, con calidad ambiental de 0,6; según figura N°17.

(Acuáticas)

Índice de la red alimentaria

Para establecer la calidad en este parámetro se emplea la figura (N° 17) donde el eje X está representado por el porcentaje del índice de la red alimentaria, mientras el eje Y, determina el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

Figura 18: Índice de la red alimentaria



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

Dentro de este parámetro se destacó los *Thricopteras* y *Efemerópteros* son organismos que viven principalmente en ambientes loticos y de aguas oligotróficas, es decir de alto nivel de oxígeno y

limpieza, son animales omnívoros, también se registraron organismos de la familia *Hydropsychidae*, ellos necesitan de mucha vegetación (EFFICACITAS, 2009). Asignamos el valor de 0,67 y la densidad de 5.

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N \log_{10} 5 * 0,67}{\sum_1^N \log_{10} 5} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 75,11\%$$

De acuerdo a la figura N° 18, en el área del proyecto se determinó la presencia de 75,11% del índice de la red alimentaria, que corresponde a 0,75 de calidad ambiental.

- Con proyecto

Luego de la ejecución del proyecto se podría ver alterado el hábitat acuático, siendo la *Hydrobosiidae* la única especie que podría sobrevivir a esta modificación, puesto que vive en aguas con poca vegetación (EFFICACITAS, 2009). Por tal razón se le establece el valor de 0,67; con una densidad de 5.

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{\sum_1^N \log_{10} 5 * 0,67}{\sum_1^N \log_{10} 5} * 100$$

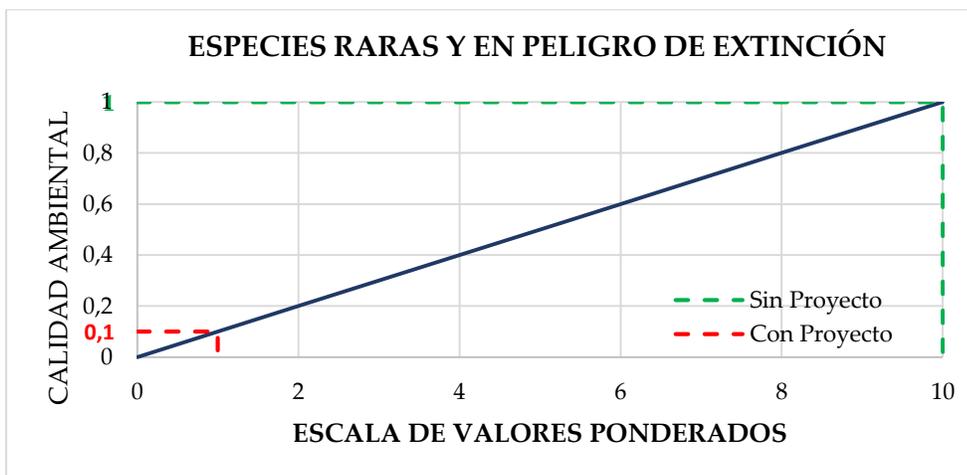
$$\text{Parámetro Estimado} = 75,11\%$$

El parámetro mantendría el porcentaje de 75,11 con su calidad ambiental de 0,75, debido a que la especie encontrada podría sobrevivir con alteraciones dentro de su hábitat, según figura N° 18.

Especies raras y en peligro de extinción

El eje Y, indica valores de 0 a 1 de la calidad ambiental. A lo largo del eje X (horizontal), se indica el porcentaje ponderado de especies raras y en peligro de extinción, su rango va de 0 a 100, según figura (N° 19).

Figura 19: Especies raras y en peligro de extinción



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

Mediante muestreos e inspecciones en las comunidades cercanas a la zona se reportaron la presencia en gran abundancia de la especie *Thoracocharax sp.*, con un peso de 10.

Parámetro Estimado = 10

Según figura N° 19, se halló la existencia de 10 escala de valores ponderados de especies raras y en peligro de extinción, con una calidad ambiental de 1.

- Con proyecto

Dentro del área proyecto existe especies de *Chaetostoma Dermorynchum* que se encuentra amenazada por las diferentes actividades desarrolladas por la planta hidroeléctrica, con un peso de 1.

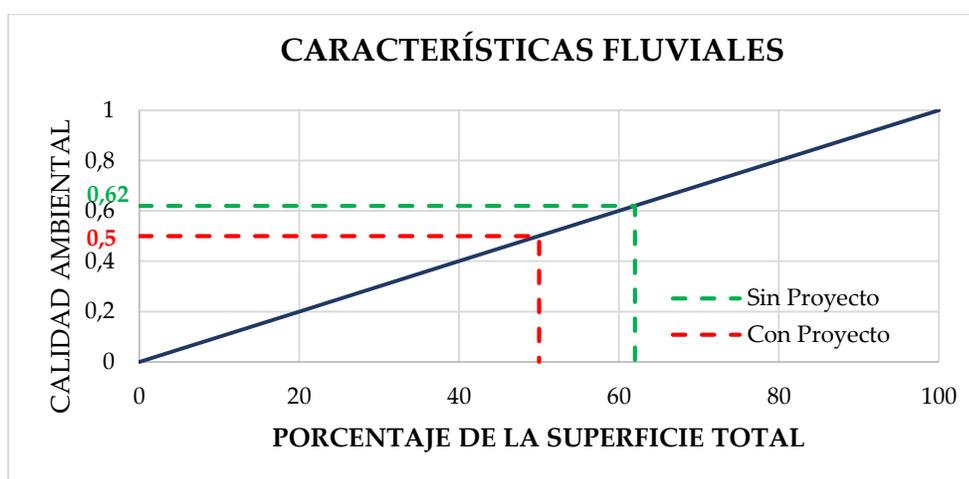
Parámetro Estimado = 1

Evaluado el parámetro se determinaría la presencia de 1 escala de valores ponderados de especies raras y en peligro de extinción lo que corresponde a 0,1 de calidad ambiental, según figura N° 19.

Características fluviales

El eje Y, indica valores de 0 a 1 de la calidad ambiental. A lo largo del eje X (horizontal), se indica el porcentaje ponderado de especies raras y en peligro de extinción, su rango va de 0 a 100, según figura (N° 20).

Figura 20: Características fluviales



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

El proyecto hidroeléctrico CCS aprovecha el caudal del río Coca en unión con los ríos Quijos y Salado abarcando una superficie total del río de 61,90 ha, sus aguas son fluctuantes con temperatura promedio de 19,6°C y con un peso intermedio de 0,62 (ENTRIX, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{61,90 * 0,62}{61,90} * 100$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 62\%$$

De acuerdo a los resultados del análisis del Índice de Calidad del agua, los sitios de muestreo en los Esteros 1, 2, 3; presentan una calidad ambiental buena de 0,62 correspondientes a 62% de características fluviales según figura N° 20.

- Con proyecto

La superficie total del río se mantiene en 61,90 ha con aguas fluctuantes, con un valor de 0,50.

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{61,90 * 0,50}{61,90} * 100$$

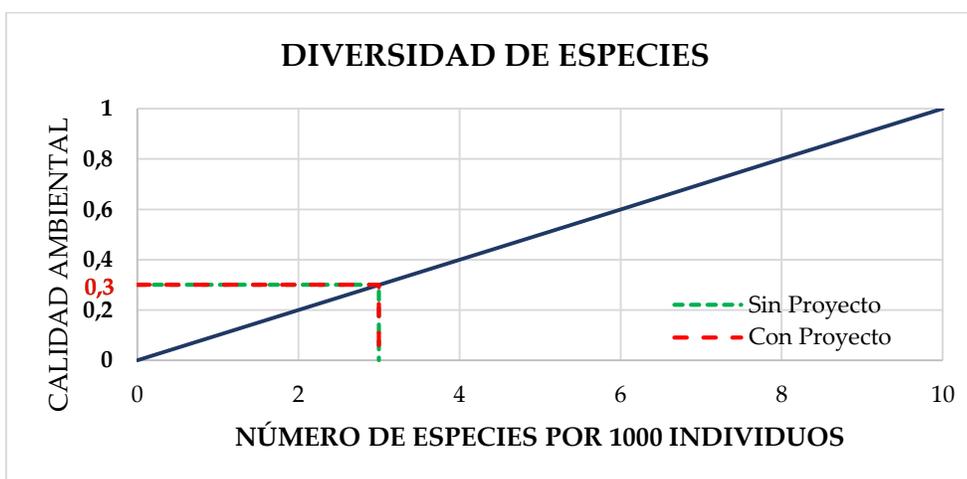
$$\text{Parámetro Estimado} = 50\%$$

El proyecto podría generar un impacto negativo en cuanto a la cantidad (caudal) y calidad de agua, que finalmente terminaría afectando al medio ambiente y a la población en general. Según figura N° 20, las características fluviales es de 50% con una calidad ambiental de 0,5.

Diversidad de especies

Para establecer la calidad en este parámetro se emplea la figura (N° 21) donde el eje X está representado por el porcentaje de diversidad de especies, mientras el eje Y, determina el índice de calidad ambiental, en una escala de puntuación 0 a 1, el cual nos indica que 1 es calidad óptima y 0 de mala calidad.

Figura 21: Diversidad de especies



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Ejemplo

- Sin proyecto

Se estima que existen más de 3.000 especies de peces entre ellos encontramos los *Characiformes* o *caracoides* (pirañas y sardinas, entre otros) y los *Siluriformes* o *siluroides* (bagres, carachamas, etc.) (ENTRIX, 2009).

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{3000}{1000 \text{ individuos}}$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 3$$

Según figura N° 21, se determinó la presencia de 3 especies por 1000 individuos, con calidad ambiental de 0,3.

- Con proyecto

En los últimos años no se han realizado investigaciones para constatar la reducción o pérdida de especies acuáticas, por esa razón se mantiene las 3000 especies de peces.

$$\text{Parámetro Estimado} = \frac{3000}{1000 \text{ individuos}}$$

$$\text{Parámetro Estimado} = 3$$

Se identificó 3 especies por 1000 individuos, con calidad ambiental de 0,3; según figura N° 21.

Interpretación del SEABC (Categoría Ecología)

La ejecución de obras hidráulicas aplicando estudios de impacto ambiental, permiten conservar la diversidad de especies de flora y fauna, la presencia de variedad de organismos que depuran y mantienen estable la calidad del agua; debido a las medidas de mitigación o remediación que los responsables de las obras ejecutan en todas sus fases. Lo contrario sucede cuando los proyectos no evalúan los impactos ambientales y los ecosistemas sufren daños irreversibles. La ejecución de obras hidráulicas provoca pérdida de hábitats sensibles por el desbroce de vegetación, erosión, alteración de la estructura de los suelos, reducción o pérdida total de especies acuáticas por la contaminación del recurso hídrico.

La retención de agua en los reservorios modifica el régimen hidrológico de las corrientes del caudal, afectando los procesos de escorrentía de transporte de sedimentos; y disminuyendo la concentración de oxígeno, adicional, la presión del agua sobre el suelo altera su estabilidad, generando deslizamientos o sismicidad inducida. Estos cambios afectan significativamente tanto al medio acuático como terrestre, provocando la disminución de especies. Además el represamiento de estas aguas dificulta la libre circulación de especies migratorias en cuanto al componente especies y poblaciones (Oviedo, 2018).

Las turbinas y represas al estar en funcionamiento interrumpen el flujo normal del río, reduciendo los sitios de desove y reproducción de especies causando fragmentación de hábitats y comunidades. De igual manera, las inundaciones por el llenado de reservorios generan pérdida de flora ribereña, migración de especies de aves, reptiles y mamíferos, que pierden su hábitat y los espacios para su alimentación, reduciendo así la biodiversidad de la zona (Oviedo, 2018).

Por tanto al verse modificados los flujos naturales de los ríos existe disminución en la disponibilidad y diversidad de especies, la deforestación asociada con la ampliación de la frontera agrícola y la generación de gases de efecto invernadero genera la fragmentación de ecosistemas.

En la tabla N° 10 se aprecia la valorización de la Categoría Ecología, el proyecto hidroeléctrico CCS, utilizando 15 indicadores. La ponderación fue calculada de acuerdo al valor propuesto por la metodología donde la categoría suma 240 puntos. Obteniendo como resultado 164,78 sin proyecto, mientras que 126,5 con proyecto, cambio neto de -38,28 y el 23,23% indicando una señal de alerta de tonalidad mayor (roja).

Tabla 10: Valoración del impacto ambiental de la Categoría Ecología.

ECOLOGÍA	UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL							
	CALIDAD AMBIENTAL (CA)		UNIDADES DE IMPORTANCIA (UIP)	VALORACIONES DE UNIDAD DE IMPACTO AMBIENTAL (UIA)				
	Sin proyecto	Con proyecto		Sin proyecto	Con proyecto	Cambio neto	Porcentaje (%)	Señales de alerta
			240					
							<10%	
							>10%	
ESPECIES Y POBLACIONES								
Terrestres								

Ganado y herbívoros	0,34	0,22	14	4,76	3,08	-1,68	35%	
Cultivos	0,12	0,25	14	1,68	3,5	1,82	8%	
Vegetación natural	0,4	0,07	14	5,6	0,98	-4,62	83%	
Especies dañinas	0,98	0,83	14	13,72	11,62	-2,1	15%	
Aves de caza	0,24	0,2	14	3,36	2,8	-0,56	17%	
Acuáticas								
Pesca comercial	1	1	14	14	14	0	0%	
Vegetación natural	0,85	0,28	14	11,9	3,92	-7,98	67%	
Especies dañinas	0,92	0,5	14	12,88	7	-5,88	46%	
Pesca deportiva	1	1	14	14	14	0	0%	
Aves acuáticas	1	1	14	14	14	0	0%	
			140					
HÁBITATS Y COMUNIDADES								
Terrestres								
Índice de la red alimentaria	1	1	12	12	12	0	0%	
Uso del suelo	0,82	0,8	12	9,84	9,6	-0,24	2%	
Especies raras y en peligro de extinción	0,5	0,1	12	6	1,2	-4,8	80%	
Diversidad de especies	0,6	0,6	14	8,4	8,4	0	0%	
Acuáticas								
Índice de la red alimentaria	0,75	0,75	12	9	9	0	0%	

Especies raras y en peligro de extinción	1	0,1	12	12	1,2	-10,8	90%	
Características fluviales	0,62	0,5	12	7,44	6	-1,44	19%	
Diversidad de especies	0,3	0,3	14	4,2	4,2	0	0%	
			100					
ECOSISTEMAS (descriptivo)								
TOTAL			240	164,78	126,5	-38,28	23,23%	

Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

La Categoría Ecología luego de ser evaluada su calidad ambiental, para sus 3 componentes conformada por 18 parámetros, donde 9 de ellos presentan un porcentaje inferior a 10%, alcanzando un impacto mínimo, colocándose una señal de alerta mediante una bandera de color rojo de tonalidad menor, mientras que los 9 parámetros restantes presentan porcentajes igual o mayor a 10%, es decir que la alteración es severa, por ende la señal de alerta se tornó a una bandera roja de tonalidad mayor. Determinándose que el proceso de construcción y ejecución del proyecto hidroeléctrico CCS podría traer consigo graves impactos negativos, la ampliación de la frontera agrícola uno de los mayores problemas puesto que desencadenaría varias alteraciones, como lo es la emigración y pérdida de especies y hábitats; exponiendo así a las Reservas de Biósfera de Sumaco y Cayambe Coca cercanas al proyecto.

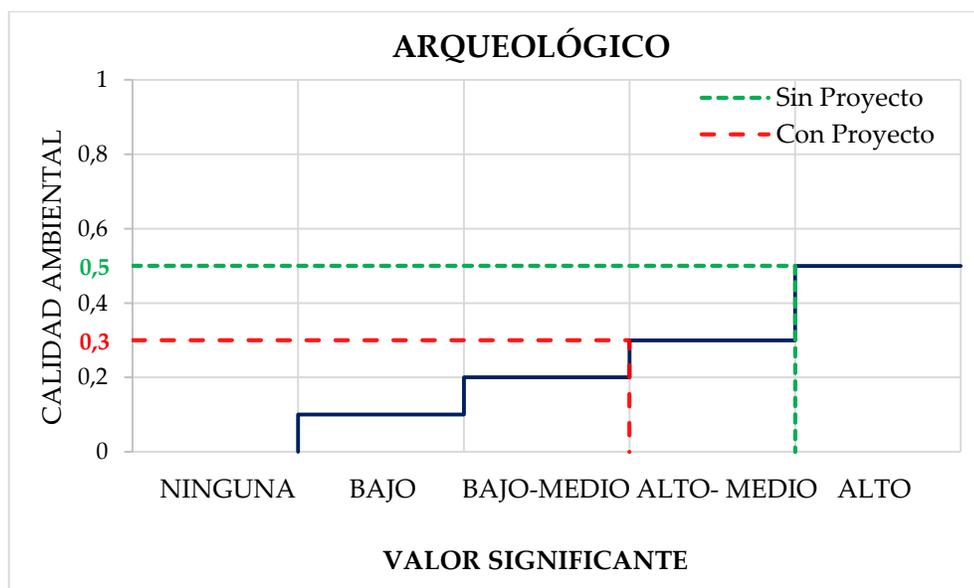
12.1.2. Categoría Interés Humano

Valores Educativos y Científicos

Arqueológico

Para encontrar el valor significativo del parámetro Arqueológico se toma información donde se detalle el hallazgo y estado de objetos arqueológicos antes y después de una obra. El valor se ubica de acuerdo a los indicios encontrados y su conservación, si se halla o no esta evidencia se valorará entre ninguna, bajo, bajo-medio, alto-medio y alto.

Figura 22: Arqueológico



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Aplicación

- Datos de línea base

Con la ejecución de 21 transectos lineales se identificaron 24 sitios arqueológicos con huella de ocupación humana del pasado prehistórico en condiciones de abandono; en el lugar se encontraron vestigios que evidencian que la zona era ocupada por algún asentamiento antiguo, para su hallazgo se requirió de pruebas de pala no muy profunda y observación visual en razón de que la capa de cobertura vegetal había sido eliminada por maquinaria.

Los vestigios encontrados en estado de deterioro, son materiales culturales como: material lítico, bordes de vasijas, cuerpos cerámicos, materiales orgánicos (carbón vegetal, madera fósil) y minerales (hematita).

- Sin proyecto

Según lo mencionado en la línea base el valor corresponde a 0,50 de calidad ambiental y lo podemos observar en la figura N° 22, del parámetro Arqueológico.

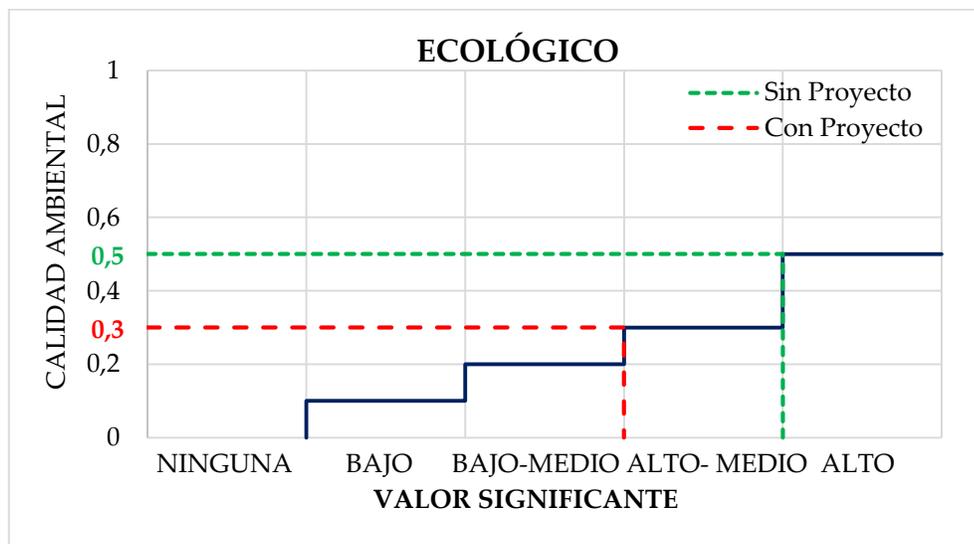
- Con proyecto

La ejecución de trabajos dentro del proyecto refleja pérdidas mínimas, esto debido a que se desconocía que la ruta marcada para el acceso a la casa de máquinas era parte de una zona de valor arqueológico. Como resultado tenemos pequeñas zonas arqueológicas afectadas de manera mínima y otros en los que no hubo alteración, ya que se mitigaron los potenciales daños que tendrían estos sitios recién descubiertos, obligando a realizar trabajos no tan invasivos en caso de encontrar más objetos antiguos. Es así que el valor de este parámetro corresponde a 0,3 de calidad ambiental según la figura N° 22, del parámetro Arqueológico.

Ecológico

Para hallar el valor significativo del parámetro Ecológico, seleccionamos información que registre la diversidad en flora y fauna; y las condiciones que generan las propiedades físicas del lugar. La información de línea base y el estado posterior a la ejecución de la obra, servirán para definir los valores significantes entre ninguna, bajo, bajo-medio, alto-medio y alto.

Figura 23: Ecológico



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Aplicación

- Datos de línea base

El Proyecto se sitúa dentro de la RBS, de importancia a nivel mundial declarada por la UNESCO, se evidencia gran diversidad de flora y fauna, gracias a sus condiciones geológicas y climáticas, por estar ubicada al pie del ramal oriental de la cordillera de Los Andes.

Es una zona poco explorada, y las investigaciones realizadas no han cubierto toda su extensión, se calcula que este parque contiene más de 600 especies de plantas identificadas, entre las más importantes están: cedro (*Cedrela odorata*), el colorado (*Guarea kunthiana*), el porotillo (*Erythrina edulis*), el copal (*Dacryodes cupularis*), entre otras. En cuanto a fauna se han registrado 81 especies de mamíferos, y otros en estado de amenaza como: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), tigrillo (*Leopardus pardalis* y *Leopardus wiedii*), oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*), oso de anteojos (*Tremarctus ornatus*), entre otros.

- Sin proyecto

Por lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,50 de calidad ambiental según la figura N° 23, del parámetro Ecológico.

- Con proyecto

Como resultado de la etapa de construcción del proyecto, se evidencian impactos medianamente significativos en la flora y fauna debido al desbroce de la vegetación, movimiento de tierras, presencia de personal y maquinaria, alterando zonas no exploradas, provocando la migración de fauna y pérdida de flora.

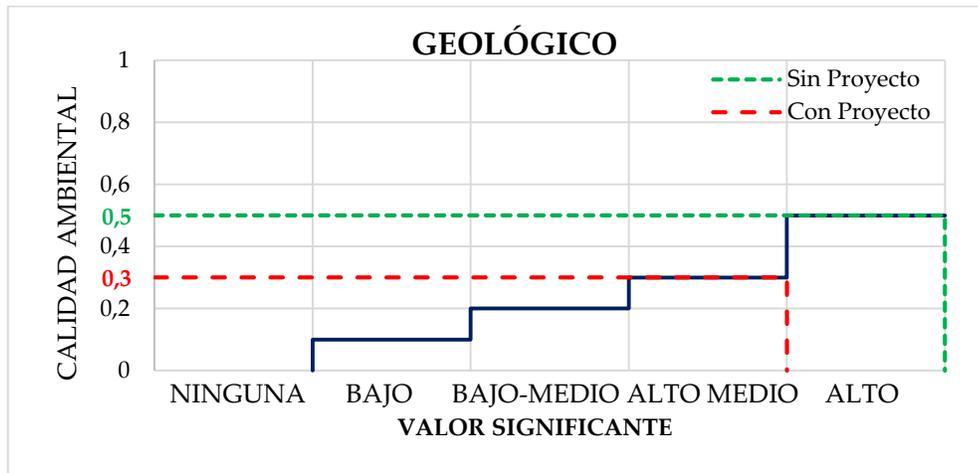
La mayoría de estos impactos son permanentes y solo afectan al tramo de la vía. Por los resultados obtenidos se asigna el valor de 0,3 de calidad ambiental según la figura N° 23, del parámetro Ecológico.

Geología

La valoración del parámetro depende de análisis geológicos que tenga el área de estudio al momento de realizar una línea base, el registro de rocas describirán las formaciones, unidades y grupos geológico que afloran en la zona. La información generada después de concluida la obra,

serán necesarios para conocer es estado actual y que daños provocó las diferentes actividades del proyecto; se definirá el valor significativo entre ninguna, bajo, bajo-medio, alto-medio y alto.

Figura 24: Geológico



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

Por los datos de análisis geológicos, se conoce que el área forma parte de la Zona Subandina Oriental Ecuatoriana, que se encuentra constituida por una potente serie de rocas sedimentarias marino-continentales. En el Mesozoico Superior las rocas continentales de la formación Misahuallí, luego de un importante hiato sedimentario fueron cubiertas por una transgresión marina cretácica, durante la cual se depositaron los sedimentos de la formación Hollín Napo y Tena, sobre una amplia cuenca Pericratónica.

- Sin proyecto

Por lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,50 de calidad ambiental según la figura N° 24, del parámetro Geológico.

- Con proyecto

Por las actividades en etapa constructiva se corre el riesgo que se produzcan fenómenos de remoción en masa, como son derrumbes y deslizamientos, en los suelos y laderas del área de influencia directa de la vía de acceso a la casa de máquinas. La razón es porque se ha construido

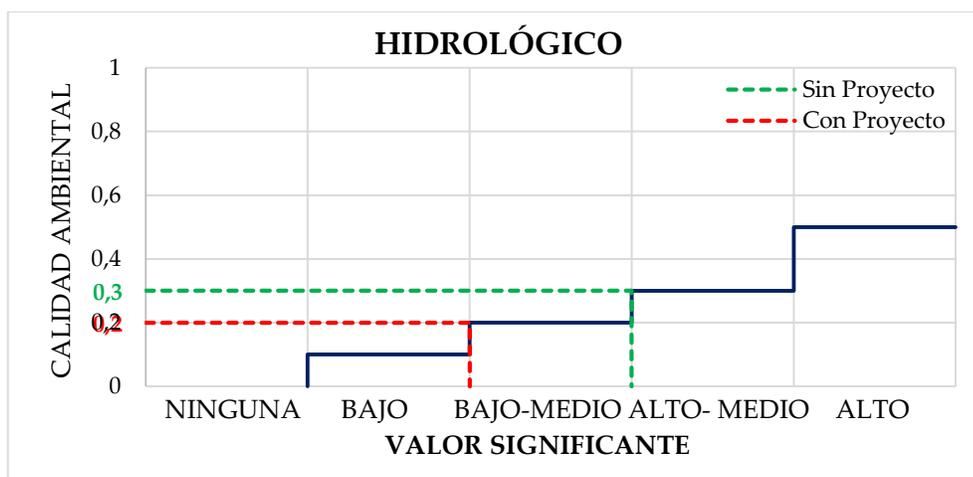
sobre colinas altas, de pendientes muy abruptas e inestables, por efecto de la eliminación de la cobertura vegetal y un aumento de la erosión.

Este es un impacto detrimento, temporal, reversible a corto plazo, probable de mediana intensidad y puntual. Por los antecedentes descritos se asigna el valor de 0,3 de calidad ambiental según la figura N° 24, del parámetro Geológico.

Hidrología

Este parámetro está relacionado con los datos de cuerpos hídricos existentes en la zona de influencia directa, el estado natural en el que se encuentre, tanto en línea base, y después de concluidas las actividad de la obra, se toma en cuenta el grado de alteración que hayan tenido. Para definir los valores significantes según su estado se seleccionara entre: ninguna, bajo, bajo-medio, alto-medio y alto; permitiendo hallar la calidad ambiental del parámetro.

Figura 25: Hidrológico



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

En la zona de influencia se identificaron cuerpos de agua correspondientes en su mayoría a esteros muy pequeños, quebradas y nacientes cristalinas sobre lecho rocoso, rodeados por vegetación de ladera. Los caudales reportados son muy pequeños y en muchos casos corresponden a cuerpos de agua intermitentes.

- Sin proyecto

Según lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,30 de calidad ambiental según la figura N° 25, del parámetro Hidrológico.

- Con proyecto

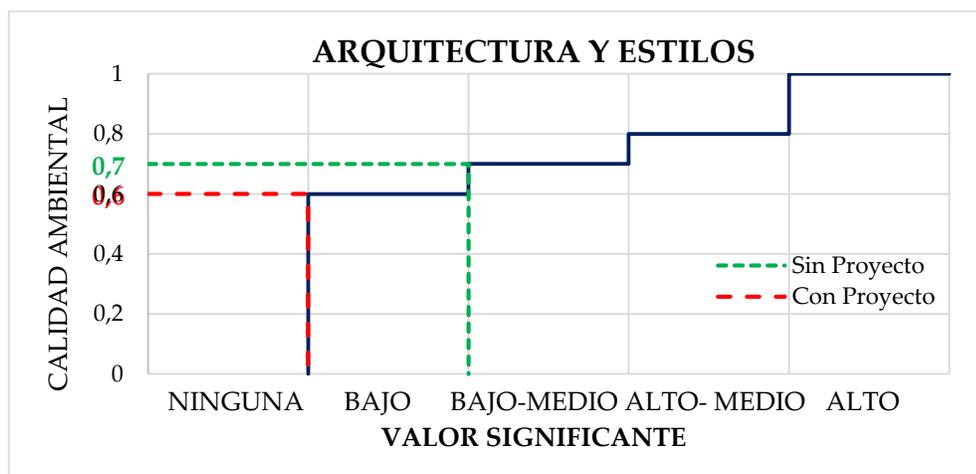
El parámetro hidrológico ha tenido alteraciones incluso antes de arrancar con los trabajos del proyecto hidroeléctrico, debido a actividades de intervención dentro de las áreas protegidas, relacionadas principalmente con la agricultura y extracción de madera. Gran parte del proyecto atraviesa esteros que no representa gran impacto, porque estas fuentes de agua son intermitentes. Por los antecedentes descritos se asigna el valor de 0,2 de calidad ambiental según la figura N° 25, del parámetro Hidrológico.

Valores Históricos

Arquitectura y Estilos

Para valorar el parámetro entre ninguna, bajo, bajo-medio, alto-medio y alto, es importantes observar los materiales, técnicas de construcción, el lugar o la cultura al que representan, tomando en cuenta el valor histórico que contengan y el estado de conservación en que se hallaron antes y después de las actividades del proyecto.

Figura 26: Arquitectura y Estilos



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

Apoyados en información del PDOT de los cantones El Chaco y Gonzalo Pizarro de las administraciones 2014-2019 hay registros de alrededor de 30 viviendas con arquitectura republicano vernáculo, hecho de materiales locales de acuerdo al entorno, considerando el clima y la orientación correcta.

- Sin proyecto

Según lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,70 de calidad ambiental según la figura N° 26, del parámetro Arquitectura y Estilos.

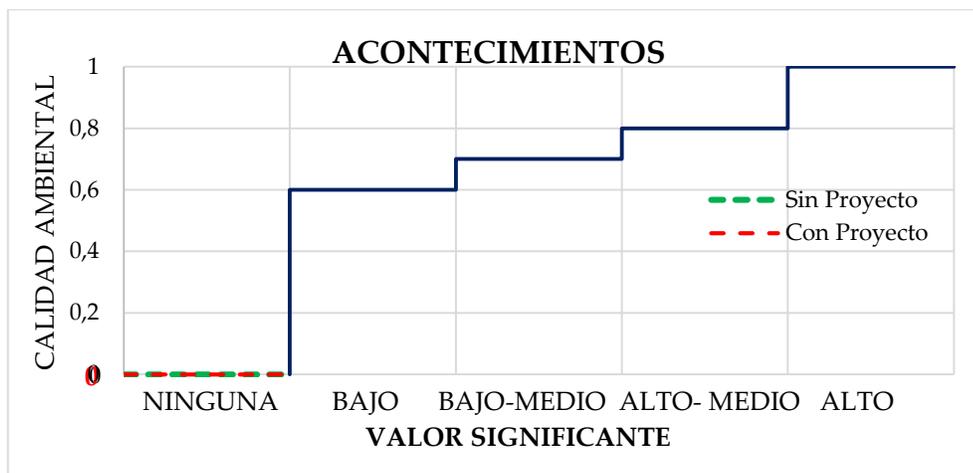
- Con proyecto

La conservación de viviendas con arquitectura republicano vernáculo en los cantones El Chaco y Gonzalo Pizarro, pierde fuerza, tendiendo a desaparecer; la mayoría de viviendas se encuentran en estado de abandono. Estos estilos de arquitectura no son usados en la actualidad, se han remplazado por estilos actuales que suplen las necesidades de sus propietarios que buscan mayor comodidad. El valor del parámetro Arquitectura y Estilos corresponde a 0,6 de calidad ambiental según la figura N° 26.

Acontecimientos

La valoración del parámetro Acontecimientos se asocia a las evidencias físicas situadas el área de estudio, pueden ser sitios, objetos, estructuras, documentos, etc., Se observa su estado de conservación antes y después de la intervención para evaluarlo entre ninguna, bajo, bajo-medio, alto-medio y alto.

Figura 27: Acontecimientos



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

No hay registros de acontecimientos.

- Sin proyecto

Por lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,0 de calidad ambiental según la figura N° 27, del parámetro Acontecimientos.

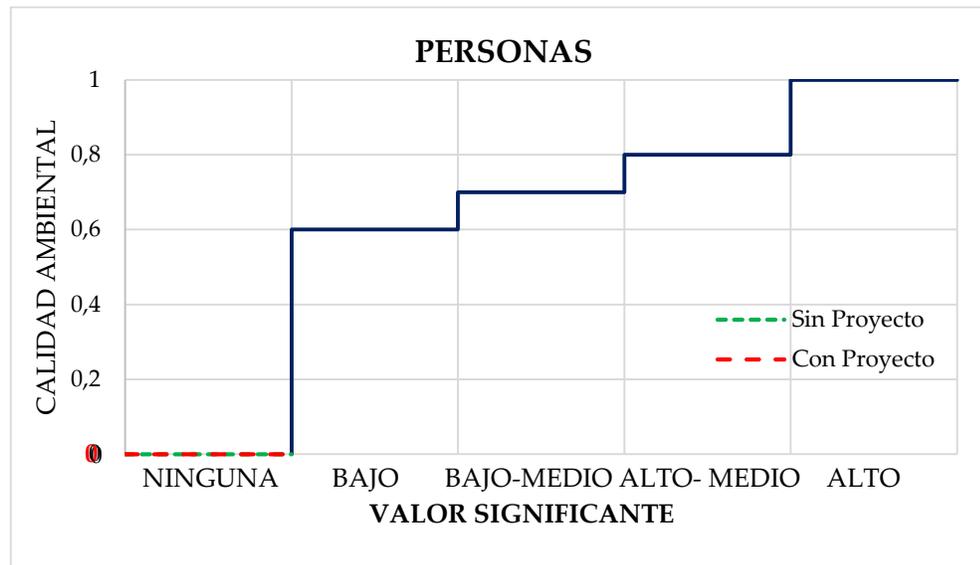
- Con proyecto

El valor del parámetro Acontecimientos corresponde a 0,0 de calidad ambiental según la figura N° 27.

Personas

Para valorar este parámetro se indaga si en el área de influencia directa o indirecta se conservan sitios, estructuras y objetos significativos asociados con la vida de personas de gran importancia, El estado de conservación de las evidencias con y sin proyecto sirve para valorar entre un rango de ninguna, bajo, bajo-medio, alto-medio y alto.

Figura 28: Personas



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

No hay registros de personajes de importancia.

- Sin proyecto

Por lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,0 de calidad ambiental según la figura N° 28, del parámetro Personas

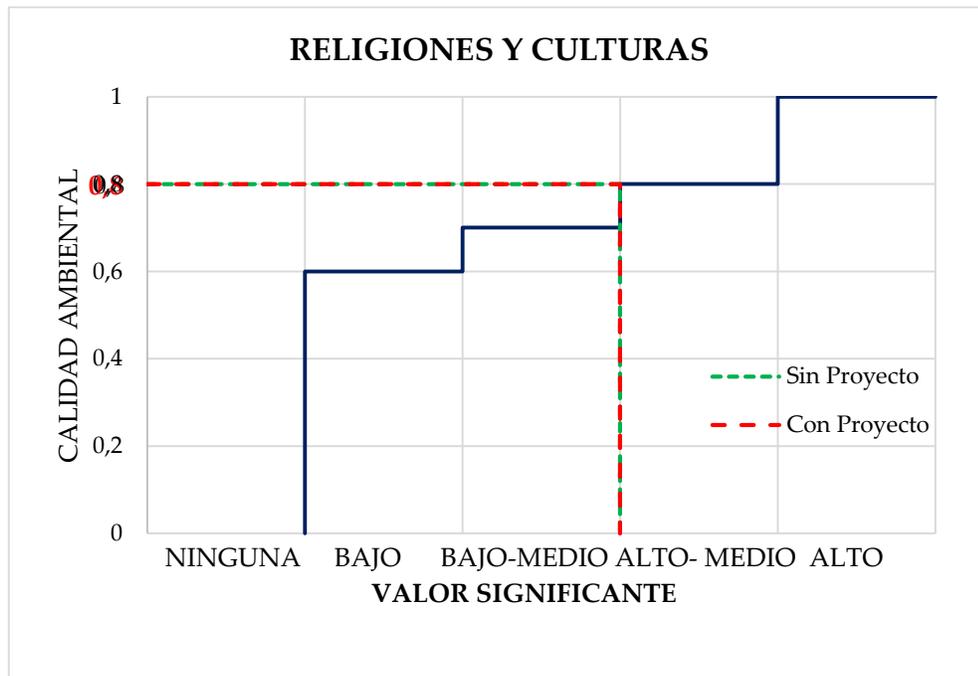
- Con proyecto

El valor del parámetro Personas corresponde a 0,0 de calidad ambiental según la figura N° 28.

Religiones y Culturas

Al momento de valorar el parámetro de religiones y culturas no se tomara en cuenta creencias Cristianas, los datos serán de culturas ancestrales con creencias propias, su existencia y su fortalecimiento a través del tiempo, en un país que ha sido evangelizado hace dos siglos atrás. El estado de conservación antes y después del proyecto ayudará a valorar entre un rango de ninguna, bajo, bajo-medio, alto-medio y alto.

Figura 29: Religiones y Culturas



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

Los cantones El Chaco y Gonzalo Pizarro, alojan a los grupos étnicos Kichwa Kayambi, y con mayor presencia el grupo Kichwa amazónico. En la página web de la CONAIE (2014) da a conocer que:

El grupo étnico Kichwa Amazónicos es el más grande del país y conserva con mayor arraigo sus creencias. Las mujeres antes de la siembra de yuca realizan rituales preparatorios que incluyen pinturas faciales fabricadas con la planta denominada manduru para conseguir la ayuda de las fuerzas naturales. Para sus ceremonias utilizan instrumentos elaborados de materiales naturales utilizados desde la antigüedad.

- Sin proyecto

Por lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,80 de calidad ambiental según la figura N° 29, del parámetro Religiones y Culturas.

- Con proyecto

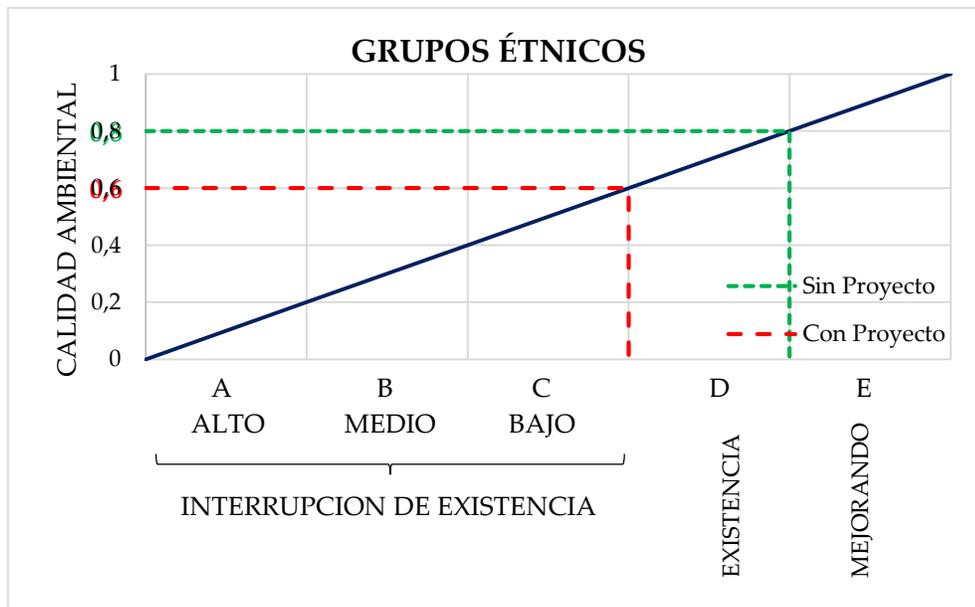
La ejecución del proyecto Hidroeléctrico no causa afectación directa a estos símbolos religiosos y culturales, y no irrumpe en las localidades donde están asentados. El valor estimado del parámetro Religiones y Culturas corresponde a 0,80 de calidad ambiental según la figura N° 29.

Culturas

Grupos Étnicos

En Ecuador los grupos étnicos son importantes al ser un país multiétnico, La valoración depende si la zona de influencia directa tiene asentamientos étnicos o no. Para la fase Sin proyecto se utiliza información del estado de estos grupos. Con proyecto veremos la afectación que ha producido las obras en las prácticas culturales de grupos cercanos. Se evalúa en tres rangos distintos: interrupción de existencia (alto, medio, bajo) Existencia y Mejorando.

Figura 30: Grupos Étnicos.



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

La ampliación de la frontera agrícola por medio de la colonización agropecuaria, actividades petroleras y actividades turísticas, han convertido a las provincias amazónicas en las de menor concentración de población nativa. Esto se debe a que la parroquia Gonzalo Díaz de Pineda del cantón El Chaco fue habitada por personas de Loja y Pichincha (Tumbaco). Por su parte, Simón Bolívar (parroquia El Reventador) fue ocupada en 1987 y las personas vinieron desde Loja, Chimborazo, Bolívar, Baños, Riobamba y Pichincha (Puembo y Tumbaco).

Las olas inmigratorias al sector han disminuido por la falta de tierras para la colonización, sin embargo en los últimos años han arribado personas desde la provincia de Pichincha, desde el recinto Amazonas y desde Colombia.

- Sin proyecto

Por lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,80 de calidad ambiental según la figura N° 30, del parámetro Grupos Étnicos.

- Con proyecto

Según (Taípe, 2016) “el cantón Gonzalo Pizarro, aloja a los grupos étnicos Kichwa amazónicos” (p.57). Y el cantón El Chaco a Kichwa Kayambi”. El grupo étnico Kichwa Amazónicos en el cantón Gonzalo Pizarro registra 1904 habitantes teniendo un 84,51% del total de pueblos indígenas, el 15, 49% restante son de los pueblos indígenas Achura, Cofán, Siona, Shuar, Zapara, Andoa, Otavalo, Karanki, y otras nacionalidades.

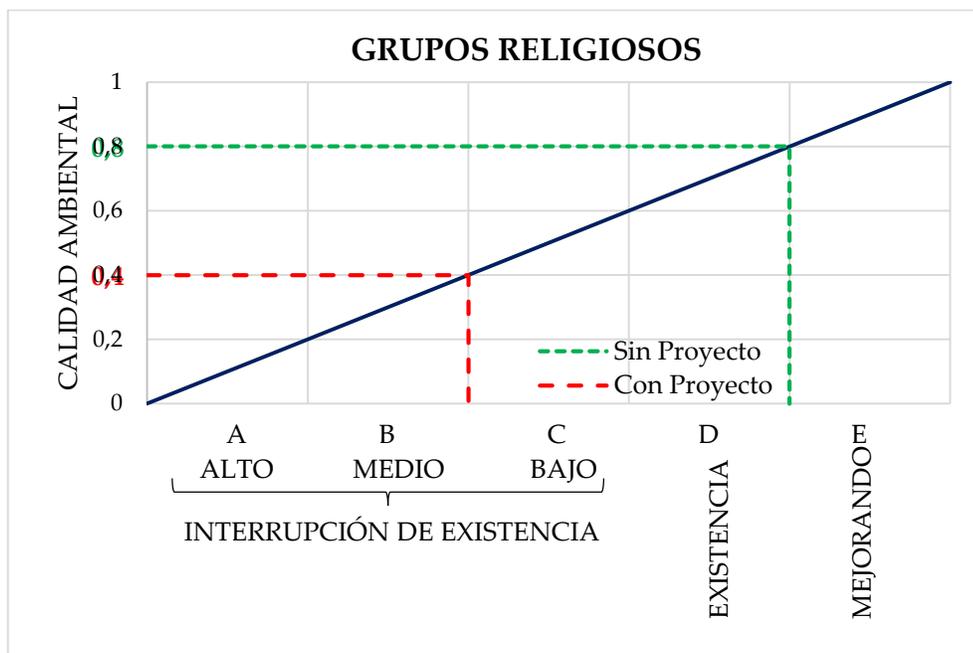
La llegada de nuevos colonos y la unión matrimonial de individuos de diferentes culturas, ha provocado la pérdida de identidad. El valor estimado del parámetro Grupos Étnicos corresponde a 0,60 de calidad ambiental según la figura N° 30.

Grupos Religiosos

Se valora este parámetro mediante el grado de afectación que han tenido las costumbres religiosas y prácticas culturales de pueblos autóctonos, producto de la llegada de proyectos y entrada de nuevos ciudadanos que profesan otro tipo de religión. Con datos de línea base y resultado de

impactos se evalúa en tres rangos distintos: interrupción de existencia (alto, medio, bajo) Existencia y Mejorando.

Figura 31: Grupos Religiosos



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

Según (Taípe, 2016) “el cantón Gonzalo Pizarro, aloja al grupo étnico Kichwa amazónicos” (p.57). Este grupo étnico es el más grande del país y conserva con mayor arraigo en sus creencias, pero, desde el siglo XX se registra la construcción de varios templos evangélicos e iglesias Católicas, dando comienzo a tareas de evangelización de grupos étnicos, corriendo el riesgo de desaparecer.

- Sin proyecto

Por lo mencionado en la línea base este valor corresponde a 0,80 de calidad ambiental según la figura N° 31, del parámetro Grupos Religiosos.

- Con proyecto

Como lo afirma el (GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN EL CHACO, 2014) No hay datos que las creencias ancestrales Kichwa Amazónicos tome fuerza entre la población, tampoco que haya

disminuido, pero si se registran templos Católico, Evangélicos, además de instituciones educativas privadas Católicas.

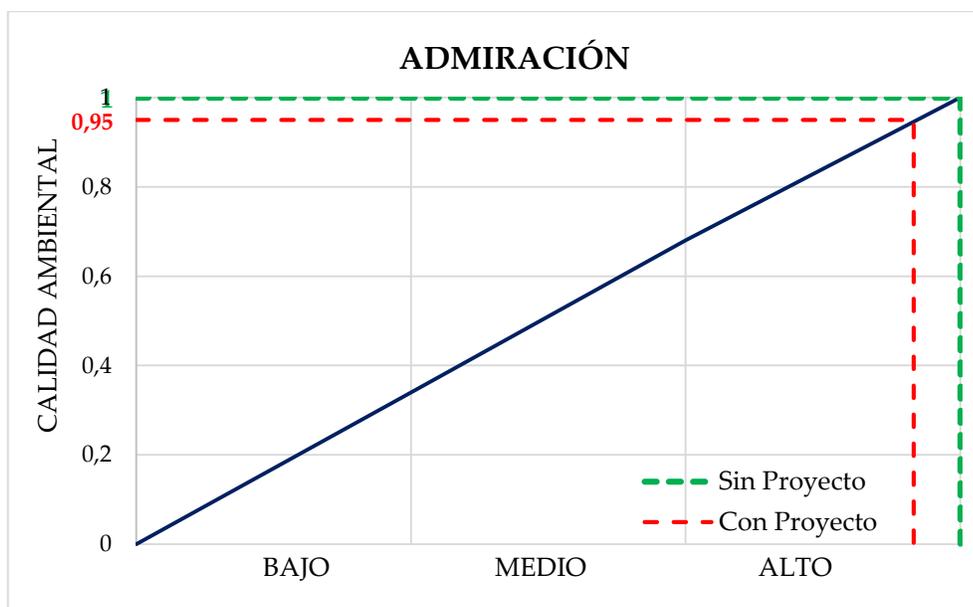
Este cambio demuestra que hay grupos que se fortalecen y otros tienden a desaparecer con el tiempo. Para el parámetro Grupos Religiosos se estima un valor que corresponde a 0,40 de calidad ambiental según la figura N° 31.

Sensaciones

Admiración

Este parámetro debe ser evaluado desde una opinión ciudadana, porque depende mucho de su subjetividad, de mirar la riqueza natural que tiene a sus alrededores y los espacios de atracción turística que provoca “Respeto” en sus visitantes o vecinos. Este parámetro se valora entre: bajo, medio y alto, antes y después de las obras que involucran el proyecto.

Figura 32: Admiración



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

Todo el terreno que involucra al proyecto Hidroeléctrico se encuentra dentro de la RBS, de importancia a nivel mundial por su declaración como tal por la UNESCO. Es admirada por visitantes nacionales y extranjeros porque reúne siete zonas de vida en un espacio reducido, cubre pisos climáticos que van desde el tropical semihúmedo hasta el muy frío superhúmedo, convirtiéndola en una de las áreas de mayor diversidad biológica del Ecuador.

- Sin proyecto

Por lo expuesto en línea base el valor de calidad ambiental para el parámetro Admiración, corresponde a 1,0 según la figura N° 32.

- Con proyecto

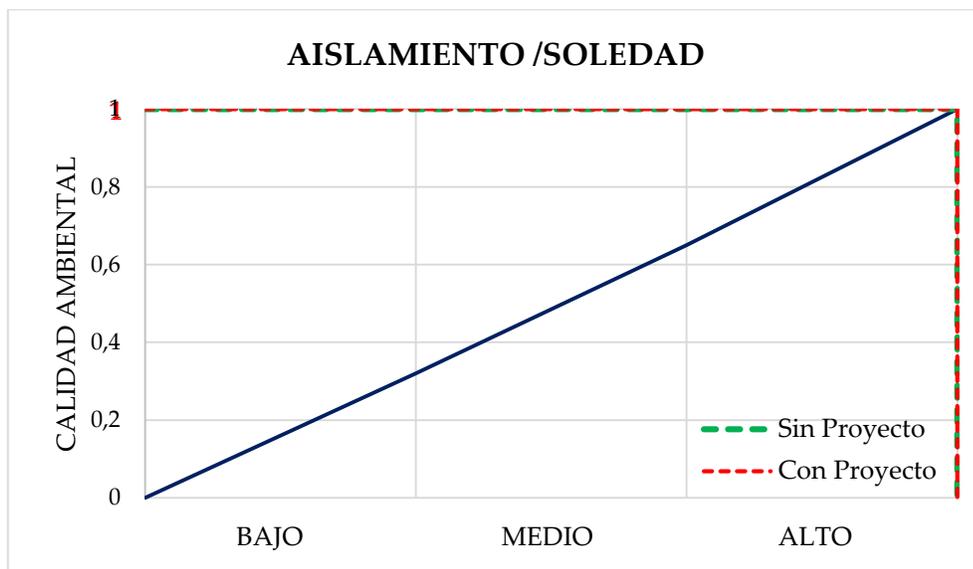
A pesar que el proyecto ya se encuentra en funcionamiento y se ha podido constatar por las opiniones de varios ciudadanos que viven del turismo en los alrededores de la RSB, que una disminución de visitantes por la alteración en el trayecto del Río Coca, pero hay otros que siguen llegando por otros motivos.

(Yépez, 2015) Afirma que “uno de los motivos para visitar este lugar es la naturaleza y la investigación, por la gran diversidad de especies en fauna y flora únicas en el mundo” (p. 43). La calidad ambiental en el parámetro de Admiración corresponde a 0,95 según la figura N° 32.

Aislamiento/Soledad.

Para estimar el valor de este parámetro entre bajo, medio y alto, será la opinión que el visitante y el lugareño tengan, respecto a la sensación de lejanía o desconexión con el mundo, por estar adentrado en la exuberancia de la naturaleza, apartado de las tecnologías de comunicación o el bullicio de la ciudad. Se da una valoración según las opiniones adquiridas antes y después de las actividades que intervienen en un proyecto.

Figura 33: Aislamiento/ Soledad



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

En el cantón El Chaco, la construcción del megaproyecto trae consecuencias. (Polanco, 2017)

Señala que:

Esto presenta la pérdida de tierras para el cultivo. Por tales motivos la población de la región ha desarrollado nuevas alternativas sostenibles que incluyan el uso adecuado de los recursos naturales. Bajo este argumento se desenvuelve el Ecoturismo, que tiene como finalidad el contacto directo con la Naturaleza.

Estas actividades atraen a turistas que quieren experimentar un retiro de las actividades rutinarias de la ciudad.

- Sin proyecto

Teniendo en cuenta la información de línea base el valor de calidad ambiental para el parámetro Aislamiento/Soledad, corresponde a 1,0 según la figura N° 33.

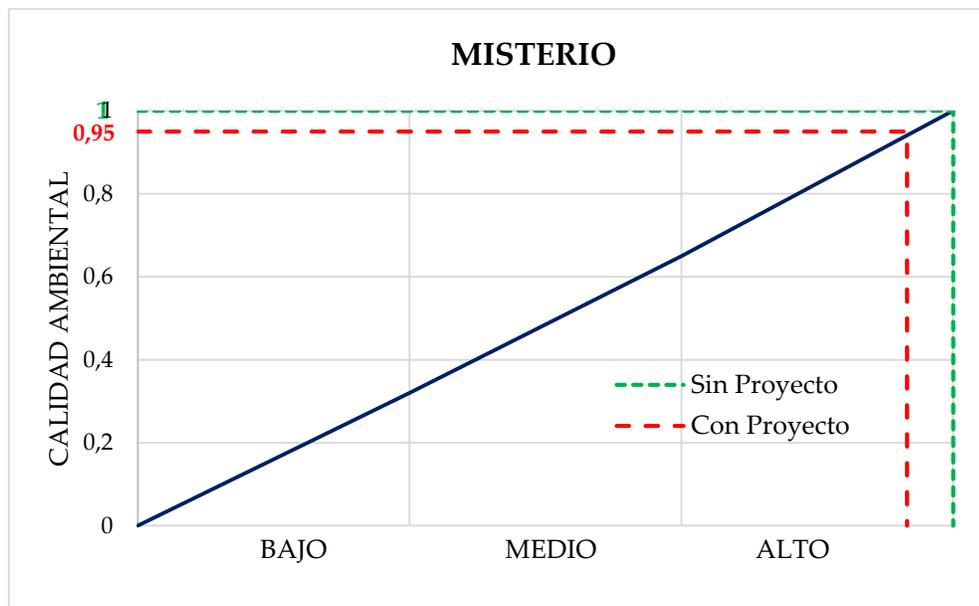
- Con proyecto

Los ecosistemas primarios que se mantienen dentro de RSB y las comunidades que trabajan en turismo comunitario, siguen proporcionando recorridos y estadías en el que el turista pueda disfrutar de momentos de relajación. (Yépez, 2015) Afirma que “uno de los motivos para visitar la RBS es la naturaleza, por la gran diversidad de especies en fauna y flora únicas en el mundo” (p.39). La calidad ambiental para el parámetro de Aislamiento/Soledad corresponde a 1,0 según la figura N° 33.

Misterio

Hay lugares que por su atractivo peculiar producen curiosidad entre sus visitantes, induciéndolos a explorar ese lugar incognito. Estas características se toman en cuenta al momento de estimar un valor según las opiniones de quienes perciben cambios en la naturaleza antes y después de las actividades del proyecto, entre las opciones de bajo, medio y alto.

Figura 34: Misterio



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

La cueva de los Tayos, es un sitio natural de gran valor entre sus visitantes y aledaños ya que se puede observar vegetación exótica entre ellas las orquídeas. Se sitúa en el cantón El Chaco donde se facilitan dos entradas a estos senderos. Según el portal de noticias de la BBC (Brooks, 2017) “La cueva de los Tayos es una legendaria y misteriosa formación en Ecuador” siendo un gran atractivo favorito entre sus visitantes”.

- Sin proyecto

De acuerdo con la información de línea base el valor de calidad ambiental para el parámetro Misterio, corresponde a 1,0 según la figura N° 34.

- Con proyecto

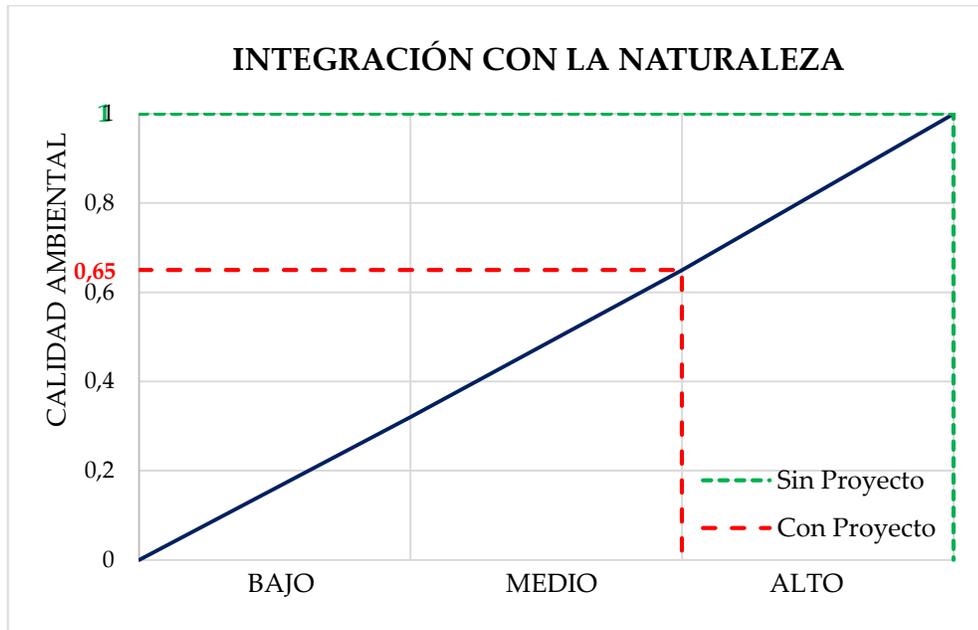
Aparte de la cueva de los Tayos, varios lugares naturales llenaban de misterio a sus visitantes, hasta el mes de febrero del año 2020, donde por razones desconocidas aún, se produjo un cambio que hizo que la corriente se secase casi por completo, desviando su caída por un lecho del río poco antes de su caída habitual (Paz, 2020). Destaca que “lo más probable después de la desaparición repentina de la cascada San Rafael, es que siga siendo un atractivo turístico y llame aún más la atención de los visitantes”.

Esto crea un nuevo lugar misterioso por descubrir, es así que la calidad ambiental para el parámetro de Misterio corresponde a 0,95 según la figura N° 34.

Integración con la Naturaleza.

La integración con la naturaleza dependerá de que tan identificada me siento con ella, y el nivel de respeto que adquiero producto de la convivencia. El valor de este parámetro puede variar por distintos efectos que se produzcan antes y después del proyecto, evidenciándose impactos que podrían sensibilizar la relación armónica de la naturaleza y el ser humano.

Figura 35: Integración con la Naturaleza.



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

Las condiciones geológicas, hidrológicas y climáticas hacen de RBS un sitio de gran encanto para turistas que aman la aventura y los deportes extremos, muchos de ellos se identifican con el lugar, siendo recurrentes visitantes que practican estos deportes. Al respecto (Stronza, 2007) menciona que:

“...muchos conservacionistas han promovido el turismo de aventura como una estrategia para proteger los recursos naturales y satisface a la vez las necesidades humanas. El turismo de aventura no es únicamente económico o una herramienta para la conservación, sino que es la causa de nuevos valores y relaciones sociales” (Citado por Yépez, 2015).

- Sin proyecto

De acuerdo con la información de línea base el valor de calidad ambiental para el parámetro Integración con la naturaleza, corresponde a 1,0 según la figura N° 35.

- Con proyecto

Si bien los proyectos hidroeléctricos traen desarrollo económico a ciertos grupos, perjudican a otros, no solo a grupos humanos, el mayor daño es a la naturaleza. Según (Polanco, 2013) sostiene que:

Debido a la construcción de la hidroeléctrica, seis de las ocho rutas se han visto afectadas porque no se pueden efectuar los recorridos ya que los accesos al río están cerrados con puertas al inicio y salida del tour o porque hay una disminución en los tramos del río. A este sector iban la mayor parte de los turistas porque no existían rápidos muy fuertes y era lugar de clases de rafting y kayak para los novatos. (p.85)

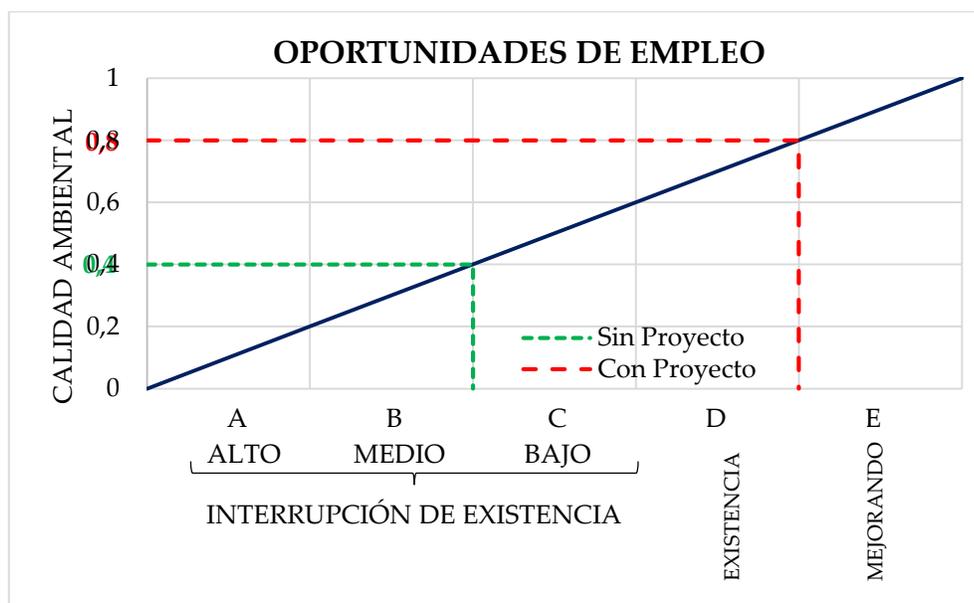
Esto permite valorar la calidad ambiental para el parámetro de Integración con la naturaleza que corresponde a 0,65 según la figura N° 35.

Estilos de Vida (Patronales Culturales)

Oportunidades de Empleo

El valor que refleja este parámetro es el grado de afectación en la tasa de empleos, la generación de nuevas ofertas o la desaparición de actividades económicas, por consecuencia de la implementación de un proyecto cerca de centros poblados, o áreas rurales. Los valores corresponderán al estado del parámetro antes y después de la obra, y se evaluarán entre: interrupción de existencia (alto, medio, bajo) Existencia y Mejorando.

Figura 36: Oportunidades de Empleo.



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

A finales de la década de los 90' se producen movimientos migratorios por la crisis en la producción del café, el principal producto agrícola de la amazonia, sumada a la baja de la productividad de las fincas y a la falta de empleo y tierras, esto dio origen a una emigración creciente del campo hacia las ciudades, así como hacia ciudades importantes de otras regiones del país.

Para el año 2008 los pobladores del área urbana se dedican al comercio y servicios. El área rural en cambio se dedicaba a la venta de productos agropecuarios y fincas que se dedican al turismo.

- Sin proyecto

Por los datos mencionados en la línea base, este valor de calidad ambiental corresponde a 0,40 según la figura N° 36, del parámetro Oportunidades de Empleo.

- Con proyecto

La base económica de los dos cantones dentro del área de influencia ha cambiado en los últimos años, la generación de ofertas de empleo es mayor. Según el (GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN EL CHACO, 2014) “se ha registrado nuevas oportunidades de empleo, las actividades que más

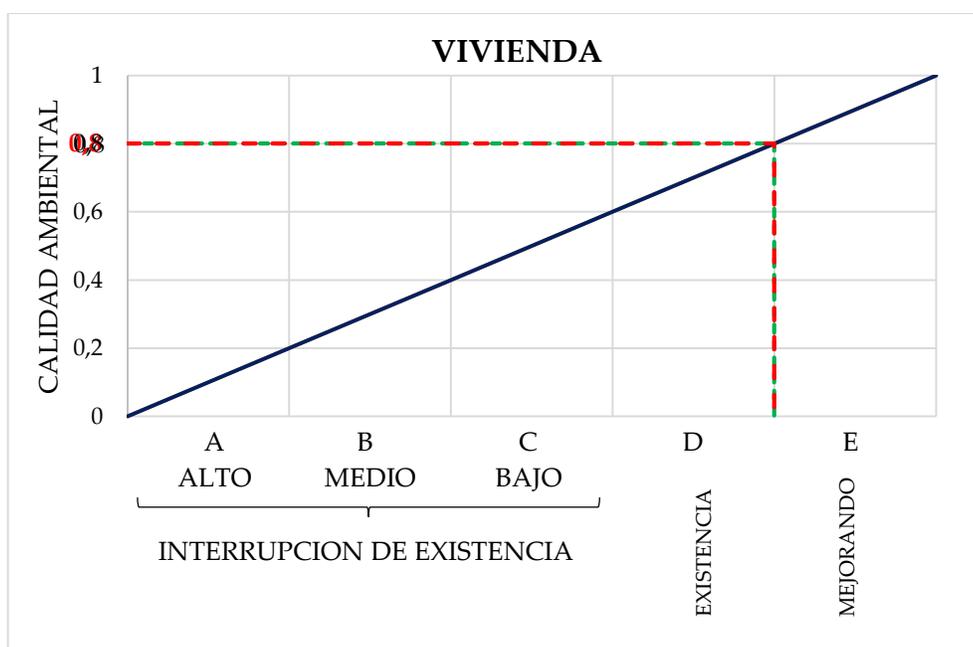
destacan son venta de bienes y servicios, servicio público, apoyo gubernamental y no gubernamental y el proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair” (p.100).

Estas actividades ayudan a la dinamización de la economía, por lo que este parámetro corresponde a 0,80 de calidad ambiental según la según la figura N° 36, de Oportunidades de Empleo.

Vivienda

Varios proyectos trazan su área de influencia directa en zonas habitadas, los casos de desalojos es la característica principal para la valoración de este parámetro. Se toma en cuenta el número de viviendas afectadas por proyectos hídricos, evaluando entre: interrupción de existencia (alto, medio, bajo) Existencia y Mejorando.

Figura 37: Vivienda.



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

La situación de vivienda en las zonas de influencia directa e indirecta del proyecto, revela que la mayor parte de la población reside en condiciones admisibles de vivienda.

- Sin proyecto

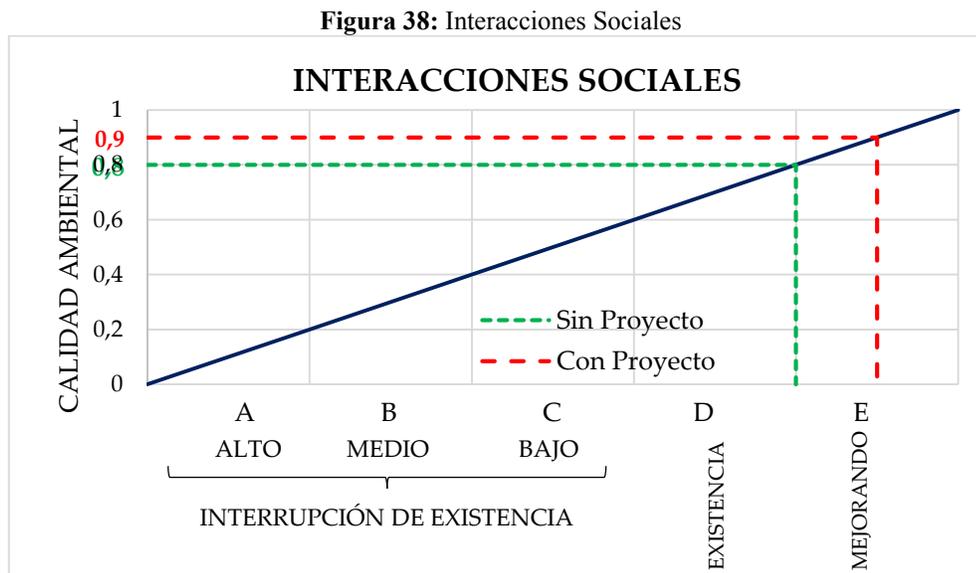
Por los datos mencionados en la línea base, este valor de calidad ambiental corresponde a 0,80 según la figura N° 37, del parámetro Vivienda.

- Con proyecto

El parámetro Vivienda no se ha visto afectado por la ejecución de obras para la construcción de la Hidroeléctrica. El valor de este parámetro se mantiene, y corresponde a 0,80 de calidad ambiental según la figura N° 37, de del parámetro Vivienda.

Interacciones Sociales

Las interacciones sociales dentro de una comunidad como son los eventos sociales, mingas, eventos deportivos y culturales, son evaluadas antes y después de un proyecto. Si la ejecución de las obras producen interrupción o mejora de estas actividades será calificada entre: interrupción de existencia (alto, medio, bajo) Existencia y Mejorando.



Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020.

Aplicación

- Datos de línea base

El ámbito más importante de participación de los pobladores de estas localidades son los comités de padres de familia. Un buen porcentaje de la población participa en ellos. De igual forma, las

asambleas comunitarias y las asambleas parroquiales, convocan un alto grado de participación. Se observa también que buena parte de la población ocupa espacios de participación en los Municipios. Se observa también que en el área de influencia directa del proyecto buena parte de la población se involucra en actividades religiosas, las celebraciones se realizan los días domingos en las iglesias, además existen actividades culturales y deportivas.

- Sin proyecto

Por los datos mencionados en la línea base, este valor de calidad ambiental corresponde a 0,80 según la figura N° 38, del parámetro Interacciones Sociales.

- Con proyecto

En el cantón El Chaco ha presenciado grandes cambios en su infraestructura, promoviendo la convivencia entre sus pobladores por diferentes actividades que lideran la municipalidad y sus moradores. (GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN EL CHACO, 2014) Da a conocer que “la construcción de nuevos polideportivos, espacios recreativos, parques, jardines infantiles, son solo algunos de los lugares que sus habitantes visitan, promoviendo la interacción social” (p.95). El valor de este parámetro corresponde a 0,90 de calidad ambiental según la figura N° 38, de del parámetro Interacciones Sociales.

Interpretación del SEABC (Categoría Interés Humano)

Son varios los impactos que pueden alcanzar los proyectos hidráulicos con respecto al componente social. Casos como la destrucción de hábitats nunca antes visitados e incluso la pérdida de vestigios arqueológicos por falta de indagaciones previas, la llegada de ciudadanos de otras localidades en busca de empleo acarrea con ello varios problemas socioculturales, el empobrecimiento paisajístico de templos naturales causada de manera directa por la instalación de mega proyectos de interés nacional, son solo algunos de los impactos encontrados. A su vez, también se puede mencionar impactos positivos que benefician no directamente a la naturaleza, pero si a la economía del lugar, mejorando el estilo de vida de muchas familias siempre considerando la afectación anterior. Los Valores Educativos y Científicos presenta alteraciones, ENTRIX (2009) en su estudio da a conocer que estos proyectos pueden ser una amenaza para las especies de flora y fauna endémicas, las actividades constructivas provocan un riesgo para la geología, que tienen una influencia directa e indirecta con derrumbes y deslizamientos.

Otro problema que se presenta es el desinterés de los Valores Históricos entre sus habitantes, se puede evidenciar que el valor de ciertas arquitecturas o lugares de gran acontecimiento han sido descuidados. La cultura; es un punto delicado y frágil en la construcción de la sociedad, su riesgo a dilapidar, debido a la llegada de nuevos ciudadanos en los últimos años, se ha evidenciado en la pérdida de identidad de los grupos indígenas afectando no solo sus creencias sino también sus costumbres (Taípe, 2016). Gracias a la sensación acogedora que los sitios naturales generan al ser humano por los sentidos, ha puesto en marcha arreglos y adecuaciones que incentivan el turismo y aprovechamiento de estos lugares (Yépez, 2015). Los estilos de vida de comunidades aledañas a los proyectos han presenciado impactos positivos, gracias a la generación de empleo, mejorando en su estabilidad económica y las interacciones sociales (GAD municipal El Chaco, 2014). Pero también se debe tomar en cuenta los daños colaterales que conlleva el desarrollo.

A continuación, en la tabla N°11 se observan los resultados de la valorización de la categoría de Interés humano, los cuales se obtuvieron de acuerdo a los cálculos propuestos por Battelle – Columbus. Con un total de 205 puntos para las unidades de importancia, el proyecto hidroeléctrico CCS obtiene de 19 parámetros; 122,22 puntos sin proyecto; 114,08 con proyecto y un cambio neto de -8,14 puntos.

Tabla 11: Valoración del impacto ambiental de la Categoría Interés Humano.

IMPACTOS AMBIENTALES								
INTERÉS HUMANO	UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL							
	CALIDAD AMBIENTAL		IMPORTANCIA UNIDADES (UIP)	VALORACIONES DE UNIDAD DE IMPACTO AMBIENTAL (UIA)				
	Sin proyecto	Con proyecto		Sin proyecto	Con proyecto	Cambio neto	Porcentaje (%)	Señales de alerta
				205				
							< 30%	
							> 30%	
CATEGORÍA DE INTERES HUMANO								
VALORES EDUCACIONALES Y CIENTÍFICOS								
Arqueológicos	0,5	0,3	13	6,5	3,9	-2,6	40%	
Ecológicos	0,5	0,3	13	6,5	3,9	-2,6	40%	

Geológicos	0,5	0,3	11	5,5	3,3	-2,2	40%		
Hidrológicos	0,3	0,2	11	3,3	2,2	-1,1	33%		
			48						
VALORES HISTÓRICOS									
Arquitectura y Estilos	0,7	0,6	11	7,7	6,6	-1,1	14%		
Acontecimientos	0	0	11	0	0	0	0%		
Personajes	0	0	11	0	0	0	0%		
Religiones y culturas	0,8	0,8	11	8,8	8,8	0	0%		
"Frontera del Oeste"	1	1	11	11	11	0	0%		
			55						
CULTURA									
Indios	1	1	14	14	14	0	0%		
Grupos étnicos	0,8	0,6	7	0,56	0,42	-0,14	25%		
Grupos religiosos	0,8	0,4	7	0,56	0,28	-0,28	50%		
			28						
SENSACIONES									
Admiración	1	0,95	11	11	10,45	-0,55	5%		
Aislamiento/soledad	1	1	11	11	11	0	0%		
Misterio	1	0,95	4	0,4	0,38	-0,02	5%		
Integración con la naturaleza	1	0,65	11	11	7,15	-3,85	35%		
			37						
ESTILOS DE VIDA									
Oportunidades de empleo	0,4	0,8	13	5,2	10,4	5,2	0%		
Vivienda	0,8	0,8	13	10,4	10,4	0	0%		

Interacciones sociales	0,8	0,9	11	8,8	9,9	1,1	13%	
			37					
TOTAL			205	122,22	114,08	-8,14	6,66%	

Elaborado por: CHUQUITARCO, Karina. VELASTEGUI, Daniela. 2020

Como resultado, en la categoría de Interés Humano, se presentaron 13 parámetros con porcentajes menores al 30%, lo que significa que han producido un impacto de baja magnitud al momento de la ejecución de la obra o proyecto, siendo etiquetados con una señal de alerta (tonalidad menor). Los 6 parámetros restantes al ser impactos de gran significancia, se etiquetan con una señal de alerta (tonalidad mayor), por encontrarse igual o por encima del 30%. Estos parámetros sobresalen porque son la muestra de los problemas sociales que se generan a raíz de la implementación y ejecución del proyecto Hidroeléctrico CCS, como son la pérdida del patrimonio cultural, vestigios arqueológicos, pérdida de creencias y costumbres de los grupos étnicos que en la zona se asientan. Hay que destacar que, entre los 19 parámetros de esta categoría, se halló dos impactos positivos: la generación de empleo, el mismo que ha beneficiado a la economía del sector y las interacciones sociales, mejorando la calidad de vida de sus pobladores.

12.2. Comparación de resultados con otras metodologías

En la actualidad, se han presentado problemas geológicos en la cuenca del río Coca que podrían ser causados, en parte, por la operación de la hidroeléctrica (C. Bernal, 2020), señala que la presencia de CCS es el factor que ha provocado que el río Coca pierda su equilibrio dinámico porque la central retuvo en las obras de captación una cierta cantidad de agua y de sedimentos, que provocó el aumento de la erosión regresiva. Otros problemas ambientales fueron alertados (Chen, 2015), por ejemplo la afectación en el caudal de la cascada de San Rafael, en un estimado del 60%, afectación permanente por procesos morfo-dinámicos activos, y deforestación.

Para analizar desde diferentes perspectivas los probables impactos ambientales de CCS, se utilizó el EsIA de la consultora Eficiencia Energética y Ambiental Cia. Ltda. (EFFICACITAS) y Enviromental and Natural Resource Management Consultants (ENTRIX).

EFFICACITAS identificó y evaluó los impactos ambientales significativos, directos e indirectos, de las fases de construcción, operación, mantenimiento y de retiro de las actividades del proyecto

hidroeléctrico, de acuerdo con los requerimientos de la legislación nacional, regional y local existentes. El documento presenta línea base, identificación y evaluación de impactos, análisis de alternativas, análisis de riesgos y plan de manejo ambiental. En la línea base se detalla las categorías y sus respectivos componentes, que pueden afectarse con las ejecuciones de las obras hidráulicas. Dentro del capítulo metodológico, se utilizó la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (Buroz, 1998), que propone la elaboración de índices de impacto ambiental para cada impacto identificado en la matriz respectiva, considerando inicialmente la calificación de siete variables que incidirán en la valoración final del índice ambiental del impacto analizado. Estas variables son: Carácter del Impacto (Signo), Intensidad del Impacto, Extensión o Influencia Espacial del Impacto, Duración del IA, Magnitud del IA, Reversibilidad, Riesgo o probabilidad del suceso. Con respecto a ENTRIX, su objetivo fue predecir, identificar y valorar los impactos ciertos y probables derivados de la ejecución del proyecto. El documento presenta descripción de línea base, identificación y evaluación de impactos área de influencia y áreas sensibles, identificación y evaluación de impactos ambientales, análisis de riesgos, plan de nivelación ambiental, plan de manejo ambiental y programa de monitoreo, control y seguimiento ambiental. En la línea base se detalla las categorías y sus respectivos componentes, que pueden afectarse con las ejecuciones de las obras hidráulicas. Dentro del capítulo metodológico, se detalla la metodología para la evaluación de los impactos potenciales, se utilizó una matriz causa-efecto, donde se escogieron los factores ambientales más importantes dentro del área del proyecto, y las actividades que generan o podrían generar impactos a los factores analizados.

La metodología BC, incluye en su lista de evaluación, parámetros que para otros métodos son irrelevantes, es así que podemos tener una visión más amplia de los impactos, no solo ambientales sino también social-económico y estético. BC juega un papel importante a la hora de comparar entre qué metodología proporciona una visión más completa de los impactos ocasionados por diferentes proyectos u obras de orden hídrico.

12.3. Discusión de resultados

12.3.1. Categoría Ecología

Según las metodologías de los EsIA aplicadas para la evaluación de la categoría Ecología determinan que la mayor parte de las áreas presenta zonas donde las condiciones ecológicas han

cambiado, por las actividades humanas (ENTRIX, 2009), mientras que BC reafirma tal resultado y añade que tanto la construcción y ejecución del proyecto hidroeléctrico CCS podría generar fuertes impactos alterando el medio acuático y terrestre de la zona.

Con respecto al componente especies y poblaciones, el parámetro ganado y herbívoros evaluado por ENTRIX aduce que debido a la presión generada por el crecimiento de las comunidades existentes a lo largo de la Reserva, la frontera agrícola estará en continua expansión; el mismo problema fue identificado por BC que además menciona la reducción de bosques naturales e inclusive el riesgo de extinción de varias especies, esto sucedería a medida que los agricultores observen que el proyecto trae consigo oportunidades de mejorar y diversificar la actividad económica.

En cuanto a la vegetación natural acuática y terrestre ENTRIX señala de forma general, que la flora natural será poco intervenida, por otro lado BC detalla que debido a la retención de agua en los embalses, se modificaría el ciclo hidrológico de las corrientes de agua de lotico a lentic, lo que provocaría que se reduzca la concentración de oxígeno disuelto y se generen problemas de eutrofización del agua. Además, la presión que genera el agua ocasionaría deslizamientos de los taludes generando un desequilibrio geomorfológico y se pondría en riesgo la conservación de especies nativas. En el área de estudio ENTRIX indica que la existencia de plagas y malezas será mínima, esto se debe a la presencia de insectívoros quienes actúan como controladores biológicos; (EFFICACITAS, 2009) aduce que mediante un programa de manejo y control de la maleza acuática se bloqueará la reproducción de estas especies; sin embargo la metodología BC plantea que la zona sufrirá un impacto fuerte provocado por el represamiento del agua, al retenerse sedimentos e impedir la circulación normal del cauce, desencadenaría la acumulación de materia orgánica y su pudrición, lo que provocaría malos olores y la rápida aparición de microorganismos patógenos.

De acuerdo a (ENTRIX, 2009) menciona de forma generalizada al parámetro aves sin hacer hincapié a los posibles asentamientos humanos que pueden disminuir su diversidad. Con BC determina que debido a la ampliación de la frontera agrícola y al desbroce de la cobertura vegetal, podría traer como consecuencia la migración de aves hacia zonas de mayor abundancia, e inclusive al reducirse la alimentación estas especies podrían desaparecer.

En el componente hábitats y comunidades, el parámetro especies raras y en peligro de extinción tanto acuáticos como terrestres se ha registrado que ciertas especies se encuentran vulnerables, a causa de su comercialización y el desbroce indebido sufriendo un impacto leve según (EFFICACITAS, 2009) y (ENTRIX, 2009), en tanto BC establece la misma problemática pero se recalca que es un impacto significativo por la fragmentación de hábitats, ocasionado por represamiento del agua y erosión del suelo. Y finalmente (EFFICACITAS, 2009) menciona que las características fluviales de la zona son muy buenas, puesto que el sistema de aguas corrientes presenta un alto caudal, debido a que las características climáticas son muy buenas para la presencia de precipitaciones, por otro lado BC determina que la zona podrían sufrir taponamientos en los túneles por la presión del agua y sedimentos acumulados, viéndose alterada su calidad, lo que ocasionaría la reducción del caudal.

12.3.2. Categoría Interés humano

Para la categoría de Interés Humano, en su componente Valores Educativos y Científicos, la señal de alerta es roja, debido al desbroce de la vegetación, que afecta a la ecología con la disminución de especies arbóreas y la migración de especies faunísticas que cambia una lógica social establecida ancestralmente; el movimiento de tierras, efectuados por maquinaria pesada en la etapa constructiva pone en riesgo la zona por posibles derrumbes y deslizamientos, que pueden afectar directamente a la estructura geológica de este sector de la amazonia ecuatoriana y la intensificación de la migración de los poblados. La pérdida de vestigios arqueológicos, es otro parámetro que tiene impactos importantes, por la falta de estudio que se menciona en párrafos anteriores se demostró cómo se afecta los sitios de ocupación histórica del ser humano en esta región. En comparación a las evaluaciones realizadas por (ENTRIX, 2009) donde los resultados no muestran impactos de alto riesgo.

Para (ENTRIX, 2009) el componente valores históricos no han sido tomado en cuenta dentro de sus estudios, los resultados que obtuvimos en la presente investigación, demuestra que estos parámetros no generan señales de alerta, porque los cambios registrados después de la intervención del proyecto, no presentan afectación en su estado inicial. El mismo escenario expone el componente Sensaciones, ya que para la consultora no es de importancia la percepción que tengan los habitantes con respecto a la naturaleza colindante o como califican su estadía los turistas que

llegan de visita a estos lugares, en los resultados que se ha generado, solo el parámetro Integración con la naturaleza muestra alerta roja, porque los habitantes perciben un deterioro en los senderos del río, debido al cierre de tramos en el río Coca.

Los resultados de los componentes Cultura y Estilos de vida, indican señales de alerta menores, con una excepción en el parámetro grupos religiosos con señal de alerta mayor, debido a los migrantes llegados en los últimos años que traen consigo sus propias doctrinas que atraen nuevos fieles, en su mayoría colonos Kichwa amazónicos poniendo en riesgo las creencias de los grupos étnicos. Comparando los resultados del estudio de (ENTRIX, 2009) con BC, estos parámetros se evalúa en un sentido muy básico y poco ortodoxos a las necesidades sociales: como el tipo de vivienda que poseen los habitantes, o en grupos religiosos, la secta religiosa Cristiana que profesan las personas que habitan esta zona de intervención, mientras que BC evalúa en el parámetro vivienda, si se han producido desalojos a causa de la llegada del proyecto y si hay algún tipo de indemnización, o en el caso de los grupos religiosos donde BC evalúa a partir de la existencia de religiones autóctonas de antepasados que se ubicaron en la zona de estudio, y no la fe Cristiana producto de las evangelizaciones. Los resultados en oportunidades de empleo tienen un impacto de carácter temporal en los resultados de (ENTRIX, 2009), mientras que BC da resultados de una mejora progresiva en la oferta de empleo en lo últimos años.

13. IMPACTOS

En Ecuador hasta el momento no se ha elaborado un EsIA con una metodología de visión compleja que abarque todos los parámetros ambientales tal y como se propone en la metodología Battelle Columbus.

La presente investigación pretende aportar en su totalidad la comprensión de la metodología Battelle Columbus, beneficiando al sistema académico y profesionales en el área ambiental, a través de una guía metodológica cuantitativa y cualitativa de los componentes ambientales, facilitando la planeación, ejecución del manejo ambiental y posibilitando con la disminución de los efectos negativos de los proyectos hidráulicos.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

Con la matriz de Battelle – Columbus se evaluaron 37 parámetros ambientales de las categorías *Ecología* e *Interés humano*, luego del análisis de CA se determinó que la categoría *Ecología* se vería afectada y modificada notablemente, obteniendo un cambio neto de -38,28 y el 23,23% indicando una señal de alerta de tonalidad mayor, por otro lado la categoría de *Interés Humano* no tendría mayor modificación, con un cambio neto de -8,14 puntos y 6,66% mostrando una señal de alerta de tonalidad baja, todas estas alteraciones serían provocadas por los procesos de construcción, operación y mantenimiento de la hidroeléctrica CCS.

Evaluada la categoría *Ecología* a través de la metodología BC se establece que el componente *Especies y poblaciones* se vería alterada gravemente, debido a la extensión de la frontera agrícola y a la contaminación del río Coca, generada por la expulsión de sedimentos de las represas y por la emisión de gases (CO₂, CH₄), obteniendo una señal de alerta alta, en el caso del componente *hábitats y comunidades* la situación es distinta, es decir su impacto sería mínimo, la zona por su ubicación presenta gran diversidad de especies, por ende tiene una señal de alerta baja.

La metodología BC con visión más amplia, involucra en su evaluación a la sociedad, valorando aspectos que a menudo no son tomados en cuenta para EIA. El actual estudio identificó el deterioro de objetos y vestigios de valor histórico, que guarda relación con el debilitamiento de la cultura, en los diferentes grupos étnico, y por ende, las creencias que profesan. Estos parámetros en conjunto con la percepción de los visitantes y moradores sobre la sensación de integración con la naturaleza, son los que tienen mayor importancia por ser los más afectados. Todo lo contrario sucede con *Estilos de Vida*, ya que se determinó que, oportunidades de empleo se califica como un impacto positivo, al igual que la interacciones sociales; Los resultados restantes no presentan mayor novedad, por encontrarse dentro del valor porcentual permitido (< 30 %).

14.2. Recomendaciones

Para la aplicación del método BC en otros proyectos, se recomienda la selección de los 78 parámetros, los cuales pueden realizarse a través de un análisis sistemático, grado de impacto y ponderación de importancia.

Al haber sido factible la aplicación del método BC en la presente investigación, se recomienda el uso de los métodos cuantitativos y cualitativos, para la caracterización del área de estudio de proyectos de inversión pública y privada.

Por la afectación que recibe el valor histórico cultural de las comunidades cercanas que habitan la CCS, se hace un llamado al cuerpo estatal encargado a que trabaje en el rescate de tradiciones y costumbres en pueblos étnicos que han sido olvidados y corren el riesgo a desaparecer.

Se incita a seguir ampliando el presente trabajo investigativo, para garantizar su correcto uso y en un futuro mediante la aplicación de esta metodología poder prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar daños ambientales.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Aldas, J., & Arcos, L. (2011). Evaluación del impacto ambiental ocasionado por las actividades ecoturísticas en el Sendero “El Agua y la Vida” y diseño de un plan ecoturístico. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/206/1/03%20REC%20104%20TESIS.pdf>
- ANDES PETROLEUM ECUADOR LTD. (2019). Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental para la fase de desarrollo y producción de los campos del sector occidental del bloque Tarapoa.
- Battelle Memorial Institute. (1972). Final report on environmental evaluation system for water resources planning / [for] Bureau of Reclamation, U.S. Dept. Of the Interior by Norbert Dee ... [Et al.] ; contributors, Duane E. Bell ... [Et al.],. - Text-only—Full View | HathiTrust Digital Library. <https://babel.hathitrust.org/cgi/ssd?id=coo.31924004263087;seq=83>
- Bernal, C. (2020). Erosión de la cascada San Rafael rompe oleoductos y contamina el río Coca. Noticias Ambientales.
- Bernal, I. (2015). Ecuador: Comunidad amazónica denuncia escasez de peces y culpa a la mayor hidroeléctrica construida en el país. https://es.mongabay.com/2017/06/hidroelectricas-pueblos_indigenas-conflictos-rios-ecuador/
- Brooks, D. (2017). La Cueva de los Tayos, la legendaria y misteriosa formación de Ecuador que despertó la fascinación del astronauta Neil Armstrong. BBC Mundo. <https://www.google.com/amp/s/www.bbc.com/mundo/amp/noticias-42104844>

- Buroz. (1998). La gestión ambiental: Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental. Fundación Polar.
- Camarena, M., & Tunal, S. (2009). La Religión como una dimensión de la Cultura.
- Castro, M. (2013). 3.2 método battelle columbus [Educación].
<https://es.slideshare.net/elambientesano/32-mtodo-battelle-columbus>
- Chajin, M., & Osiris, M. (2015). Aproximación al concepto de interacciones sociales.
- Chen, Y. (2015). Impacto socioeconómico del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, construido por la empresa china Sinohydro, para la economía ecuatoriana.
- COCASINCLAIR. (2013). Flora y Fauna representativas de los bosques piemontano y montano bajo del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. Publicación Técnico-Divulgativa de la Empresa Pública Estratégica Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.
http://inabio.biodiversidad.gob.ec/wp-content/uploads/2019/02/FLORA_Y_FAUNA_BOSQUES_PIEMONTANO_COCA%20CODOSINCLAIR.pdf
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). COA.pdf.
- CONAIE. (2014). Kichwa Amazónico. CONAIE. <https://conaie.org/2014/07/19/kichwa-amazonico/>
- Cuya, O. (2014). Ecología, Gestión Ambiental y Evaluación de impacto ambiental [Investigativa].
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/alessandra/2014/09/11/impacto-ambiental-m-todos-cuantitativos-ndice-de-calidad-ambiental-m-todo-de-batelle/>
- Dee, N., Baker, J., Drobny, N., Duke, K., Whitman, I., & Fahringer, D. (1973). An environmental evaluation system for water resource planning. *Water Resources Research*, 9(3), 11–40, 523–535. <https://doi.org/10.1029/WR009i003p00523>
- Dellavedova, G. (2010). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. <http://blogs.unlp.edu.ar/planeamientofau/files/2013/05/Ficha-N%25C2%25BA-17-Gu%25C3%25ADa-metodol%25C3%25B3gica-para-la-elaboraci%25C3%25B3n-de-una-EIA.pdf>
- EFFICACITAS. (2009). Estudio de Impacto Ambiental Definitivo, Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.
- ENTRIX. (2009). Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair Construcción de la Vía De Acceso a la Casa de Máquina.

https://www.academia.edu/30753873/PROYECTO_HIDROEL%26C3%89CTRICO_COCA_CODE_SINCLAIR_E_ES_ST_TU_UD_DI_IO_O_D_DE_E_I_IM_MP_PA_AC_CT_TO_O_A_AM_MB_BI_IE_EN_NT_TA_AL_L_Y_Y_P_PL_LA_AN_N_D_DE_E_M_MA_AN_NE_EJ_JO_O_B_BO_OR_RR_RA_AD_DO_OR_R

- Espinoza, G. (2002). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. <http://www.ced.cl/ced/wp-content/uploads/2009/03/gestion-y-fundamentos-de-eia.pdf>
- GAD municipal El Chaco. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón El Chaco*. <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-CANTON-EL-CHACO-2014-2019.pdf>
- GAD Parroquial Rural de Gonzalo Pizarro. (2015). *Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. https://gadpgonzalopizarro.gob.ec/wp-content/uploads/2016/03/PDyOT-GONZALO-PIZARRO_final_2015_ok.pdf
- Galarza, P. (2010). *Inclusión de la variable etnia en las fuentes de información sociodemográfica del Ecuador*. CEPAL.
- García, A., Roldan, J., Estévez, J., Moreno, F., Serrat, F., González, J., Francés, F., Olivera, F., & Giraldez, J. (2014). *La Hidrología y su papel en Ingeniería del Agua*.
- García, S. (2017). *Conceptos relacionados con el tema de ecosistemas*. <http://bdigital.unal.edu.co/64622/13/SandraGarcia.2018.pdf>
- Garmendia, A, Salvador, A, Crespo, C, & Garmendia, L. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Pearson Educación, S.A. PEARSON-PRENTICE HALL. <https://sociologiaambientalvcm.files.wordpress.com/2014/07/evaluacion-de-impacto-ambiental-garmendia.pdf>
- Gomez Villarino, & Gomez Orea. (2013). *Evaluación de impacto ambiental* (Mundi-Prensa Libros).
- González, R., Anzúlez, A., Vera, A., & Riera, L. (1991). *Manual de pastos tropicales para la Amazonia Ecuatoriana*. http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/manual-pastos-tropicales-rae_www.pdf
- Goyal, S. K., & Deshpande, V. A. (2001). Comparison of weight assignment procedures in evaluation of environmental impacts. *Environmental Impact Assessment Review*, 21(6), 553–563. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(01\)00086-5](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(01)00086-5)

- Jiménez, S & Ternues, F. (2019). Nexos agua – energía: Análisis del flujo hídrico del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/ing/n21/1390-650X-ing-21-00053.pdf>
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. (2014). Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
- López, V. (2011). Crisis del sector eléctrico, política energética y proyecto CCS. 10.
- Maldonado, L., Vela, F., & Maldonado, J. (1998). De Arquitectura y Arqueología. Munilla-Lería.
- Martín, M. (2019). Métodos de Valoración de Impactos Ambientales. Cursos de Ingeniería, Medio Ambiente y Calidad. <http://eimaformacion.com/metodos-de-valoracion-de-impactos-ambientales/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2020). Sistema Único de Información Ambiental. <http://suia.ambiente.gob.ec/gl/documentos>
- Miranda. (2019, February 25). Coca Codo Sinclair: Los problemas de la multimillonaria represa que China construyó en Ecuador. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-47144338>
- Morlans, M. (2004). Introducción a la ecología de poblaciones. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Morlans-2004.pdf>
- OIT. (2019). ¿En qué consiste la evaluación de impacto con métodos cualitativos? Oficina Internacional Del Trabajo, CINTERFOR. <https://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/en-que-consiste-evaluacion-impacto>
- ONU-DAES. (2005). Decenio Internacional para la Acción “El agua fuente de vida 2005-2015”. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/>
- Ortiz, F. (2016). Los Recursos Hídricos y su aportación a las energías renovables. El Caso de los ríos transfronterizos españoles. Revista Científica Monfragüe Resiliente., VII(1). <https://www.eweb.unex.es/eweb/monfragueresiliente/numero13/Art1.pdf>
- Oviedo, E. (2018). Las hidroeléctricas: Efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. 50, 3.
- Paz, A. (2020). ¿Por qué desapareció de repente la cascada más alta de Ecuador? Diálogo Chino. <https://dialogochino.net/es/infraestructura-es/33765-por-que-desaparecio-de-repente-la-cascada-mas-alta-de-ecuador/>

- Perevochtchikova,. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. 30.
- Pérez, Julián, & Gardey, A. (2013a). Definición de Misterio. Definición De. <https://definicion.de/misterio/>
- Pérez, Julián, & Gardey, A. (2013b). Definición de vivienda. Definición De. <https://definicion.de/vivienda/>
- Pérez, Julián, & Merino, M. (2012). Definición de Religión. <https://definicion.de/religion/>
- Pérez, Julián, & Merino, M. (2014). Definición de Aislamiento. <https://definicion.de/aislamiento/>
- Pinilla, A. (2005). El acontecimiento histórico, hacia una categorización.
- Pinto, S. (2012). Valoración de Impactos Ambientales. http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf
- Polanco, D. (2013). Hidroelectricidad y Turismo en la Amazonía: El caso del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair en el cantón El Chaco, provincia de Napo.
- Polanco, D. (2017). ¿Es el ecoturismo una alternativa al turismo de aventura en el cantón El Chaco? <https://doi.org/10.18601/01207555.n20.08>
- PROBIDES. (2001). Herramientas para la Gestión Ambiental. https://archivosdiversos.weebly.com/uploads/2/1/7/6/21760126/dt42__o_.pdf
- Raffino, M. E. (2019, December 6). ¿Qué es un hábitat? Concepto.De. https://concepto.de/habitat/?fbclid=IwAR2MtAxq8K0k5q2JAnMz7SznIFgsITSEsY1_SQ60ht2-bqoftqYwqVtfqeo
- Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (2019). Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.
- Riaño, J. (2017). Valoración económica del Atributo Ambiental que provee el agua subterránea en la localidad de Puente Aranda [Universidad Distrital Francisco José De Córdas Facultad De Medio Ambiente Y Recursos Naturales Administración Ambiental]. [http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7532/1/Ria% c3% b1oAcostaJohnEferso n2018.pdf](http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7532/1/Ria%c3%b1oAcostaJohnEferso n2018.pdf)
- Róman, Y. (2016). Sistema Ambiental Universitario Modelo Integrado de gestión para la inclusión de la dimensión ambiental y urbana en la Educación Superior (Primera). DIGIPRINT. <https://books.google.com.ec/books?id=4yVaDwAAQBAJ&pg=PA229&lpg=PA229&dq=metodo+delphi+y+metodo+batelle+relacio+n&source=bl&ots=oZCWc3WFkK&sig=ACf>

U3U2L8vJkqdfmk0WuZ5-

ibvFwaWR3CA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjHpeTCn57pAhXomuAKHRDICbs4ChD
oATAEegQIChAB#v=onepage&q=metodo%20delphi%20y%20metodo%20batelle%20re
lacio%20n&f=false

RRHHDigital. (2019). Los beneficios de la integración de la naturaleza en las empresas: Mejora el bienestar y reduce el estrés y el absentismo. RRHHDigital. http://www.rrhhdigital.com/secciones/salud-y-empresa/138383/Los-beneficios-de-la-integracion-de-la-naturaleza-en-las-empresas-mejora-el-bienestar-y-reduce-el-estres-y-el-absentismo?target=_self

Ruiz, G. (2019). Personajes históricos. SOBREHISTORIA.COM. <https://sobrehistoria.com/personajes-historicos/>

Sánchez, F., & Pontes, A. (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. 7, 8.

Servicio de Geología Mexicano. (2019). Que es la Geología.

Taipe, T. (2016). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Gonzalo Pizarro.

Toro, J., Martelo, C., & Martínez, L. (2016). Metodología para la Evaluación de Impactos Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia—Sede Bogotá. <http://oga.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/Metodologia-para-la-evaluaci%C3%B3n-de-impactos-ambientales-V.5.pdf>

Torres, J. (2014). Arqueología para el futuro en un mundo globalizado.

Vélez, M. (2015). Categorización Ambiental Nacional de proyectos, obras o actividades. [Informativa]. ABOGADOS ECUADOR. <https://www.legalecuador.com/es/publicaciones/categorizacion-ambiental-nacional-de-proyectos-obras-o-actividades>

Villegas, M. I. V., Cadavid, L., & Awad, G. (2018). Metodología para Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Infraestructura en Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(2), 121–156.

Yépez, R. (2015). Análisis de la sostenibilidad del turismo de aventura en la Reserva de Biosfera Sumaco.

Yuquilema, V. (2019). Cuando dices la palabra ¡Indio! Wambra. <https://wambra.ec/cuando-dices-lapalabra-indio/>

ANEXOS

Anexo No. 1. Aval del Traductor



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 las señoritas Karina Gissela Chuquitarco Caiza, Nathali Daniela Velastegui Yunda. Egresadas de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, cuyo título versa "**SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OBRAS DE APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO PARA LAS CATEGORÍAS ECOLOGÍA E INTERÉS HUMANO**", 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 los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020
Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Nelson Guagchinga".

Nelson Guagchinga, Mg. C.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050324641-5

